

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月
Date of Application 2000年 9月27日

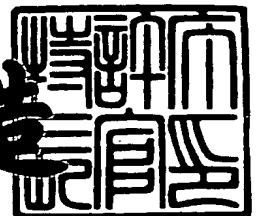
出 願 番 号
Application Number: 特願2000-294665

出 願 人
Applicant(s): 株式会社荏原製作所
株式会社東芝

2001年 8月17日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3073470

【書類名】 特許願

【整理番号】 EB2226P

【提出日】 平成12年 9月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C23C 18/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作
所内

【氏名】 国沢 淳次

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作
所内

【氏名】 牧野 夏木

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作
所内

【氏名】 三島 浩二

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝
横浜事業所内

【氏名】 松田 哲朗

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝
横浜事業所内

【氏名】 金子 尚史

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝
横浜事業所内

【氏名】 森田 敏行

【特許出願人】

【識別番号】 000000239
【氏名又は名称】 株式会社 荏原製作所
【代表者】 依田 正稔

【特許出願人】

【識別番号】 000003078
【氏名又は名称】 株式会社 東芝
【代表者】 岡村 正

【代理人】

【識別番号】 100091498
【弁理士】
【氏名又は名称】 渡邊 勇

【選任した代理人】

【識別番号】 100092406
【弁理士】
【氏名又は名称】 堀田 信太郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 026996
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9112447

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 めっき装置及びめっき方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板から離間させて該基板と平行にアノードを対向配置し、上記基板とアノードとの間にめっき液を供給しつつ電流を通電して基板表面にめっき膜を形成するめっき装置において、

上記基板表面の外周側の部分が上記アノードに対向する時間よりも、上記基板表面の中心側の部分が上記アノードに対向する時間が長くなるように、上記基板が上記アノードに対向する部分を移動させる移動装置を備えたことを特徴とするめっき装置。

【請求項 2】 上記アノードを固定配置すると共に、上記移動装置は上記基板を回転させる基板回転装置であることを特徴とする請求項 1 に記載のめっき装置。

【請求項 3】 上記アノードを回転させるアノード回転装置を備え、上記移動装置は上記基板を回転させる基板回転装置であることを特徴とする請求項 1 に記載のめっき装置。

【請求項 4】 上記移動装置は上記アノードを並進させるアノード並進装置であることを特徴とする請求項 1 に記載のめっき装置。

【請求項 5】 基板から離間させて該基板と平行にアノードを対向配置し、上記基板とアノードとの間にめっき液を供給しつつ電流を通電して基板表面にめっき膜を形成するめっき装置において、

上記基板の中心側の部分と上記アノードとの離間距離を、上記基板の外周側の部分と上記アノードとの離間距離より小さくしたことを特徴とするめっき装置。

【請求項 6】 基板から離間させて該基板と平行にアノードを対向配置し、上記基板とアノードとの間にめっき液を供給しつつ電流を通電して基板表面にめっき膜を形成するめっき装置において、

めっき処理の開始後に上記基板とアノードとの離間距離を変化させる手段を備えたことを特徴とするめっき装置。

【請求項 7】 基板から離間させて該基板と平行にアノードを対向配置し、

上記基板とアノードとの間にめっき液を供給しつつ電流を通電して基板表面にめっき膜を形成するめっき方法において、

上記基板表面の外周側の部分が上記アノードに対向する時間よりも、上記基板表面の中心側の部分が上記アノードに対向する時間が長くなるように、上記基板が上記アノードに対向する部分を移動させることを特徴とするめっき方法。

【請求項 8】 請求項 7 に記載のめっき方法において、上記アノードを固定配置すると共に、上記基板を回転させて上記基板が上記アノードに対向する部分を移動させることを特徴とするめっき方法。

【請求項 9】 請求項 7 に記載のめっき方法において、上記アノードを回転させ、上記基板を回転させて上記基板が上記アノードに対向する部分を移動させることを特徴とするめっき方法。

【請求項 10】 請求項 7 に記載のめっき方法において、上記アノードを並進させて上記基板が上記アノードに対向する部分を移動させることを特徴とするめっき方法。

【請求項 11】 基板から離間させて該基板と平行にアノードを対向配置し、上記基板とアノードとの間にめっき液を供給しつつ電流を通電して基板表面にめっき膜を形成するめっき方法において、

上記基板の中心側の部分と上記アノードとの離間距離を、上記基板の外周側の部分と上記アノードとの離間距離より小さくしたことを特徴とするめっき方法。

【請求項 12】 基板から離間させて該基板と平行にアノードを対向配置し、上記基板とアノードとの間にめっき液を供給しつつ電流を通電して基板表面にめっき膜を形成するめっき方法において、

めっき処理の開始後に上記基板とアノードとの離間距離を変化させることを特徴とするめっき方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、めっき装置に係り、特に半導体基板上に形成された配線用の窪みに銅などの金属を充填する等の用途に用いられるめっき装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

基板にめっき処理を施して、基板に形成された配線パターンに銅などの金属又はその合金を充填する場合には、図29に示すように、めっき液300が収容されためっき液槽301に、基板Wとアノード302とを互いに対向させて平行に配置し、これら基板Wとアノード302との間に電流*i*を通電することにより行われる。

【0003】

基板Wの表面に形成されるめっきの膜厚*h*は、流れる電流*i*と通電時間との積に比例する。図29における電流*i*は、以下の式で表すことができる。

$$i = E / (R_1 + R_2 + R_3 + R_4) \quad \cdots (1)$$

上記(1)式において、*E*は電源電圧、*R*₁はアノード分極抵抗、*R*₂はめっき液300の抵抗、*R*₃は基板(カソード)分極抵抗、*R*₄はその位置における基板Wのシート抵抗である。なお、アノード分極抵抗*R*₁及び基板分極抵抗*R*₃は、アノード302及び基板Wの界面抵抗であり、添加剤やめっき液の濃度により変化する。めっき液300の抵抗*R*₂は、アノード302と基板(カソード)Wとの間の離間距離に比例する。

【0004】

ここで、基板Wへの給電はカソード電極303を介して行われ、このカソード電極303は一般に基板Wの外周部分に接続される。従って、基板Wの外周からの距離が大きくなるに伴って、即ち基板Wの中心Pに近づくに伴って、上記シート抵抗*R*₄は大きくなる。このため、基板Wの中心側の方が基板の外周側よりも流れる電流*i*が小さくなり(上記(1)式参照)、基板Wの中心側の膜厚の方が基板の外周側の膜厚よりも薄くなる傾向にある。このように、従来のめっき装置においては、基板全面において均一な膜厚のめっき膜の形成ができないという問題があった。特に、LSI配線をめっき処理により形成する場合には、基板(Si基板)のシード層が100～200nmと薄いために、シート抵抗*R*₄がより大きくなり、このシート抵抗*R*₄が膜厚に与える影響が大きくなる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、このような従来技術の問題点に鑑みてなされたもので、基板上に形成されるめっき膜の膜厚が基板全面において均一となるように膜付けすることができるめっき装置及びめっき方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

このような従来技術における問題点を解決するために、本発明は、基板から離間させて該基板と平行にアノードを対向配置し、上記基板とアノードとの間にめっき液を供給しつつ電流を通電して基板表面にめっき膜を形成するめっき方法において、上記基板表面の外周側の部分が上記アノードに対向する時間よりも、上記基板表面の中心側の部分が上記アノードに対向する時間が長くなるように、上記基板が上記アノードに対向する部分を移動させることを特徴とする。

【0007】

これにより、基板の中心側の部分の通電時間を基板の外周側の部分の通電時間よりも長くして、各点を流れる電流値と通電時間との積を基板の全面に亘って同一とすることが可能となる。従って、基板に形成されるめっき膜の膜厚を基板の全面において均一にすることができる。

【0008】

また、上記アノードを固定配置すると共に、上記基板を回転させて上記基板が上記アノードに対向する部分を移動させることを特徴とする。

【0009】

更に、本発明の他の態様においては、上記アノードも回転させることを特徴とする。

【0010】

また、本発明の他の態様においては、上記アノードを並進させて上記基板が上記アノードに対向する部分を移動させることを特徴とする。

【0011】

更に、本発明の他の態様においては、上記基板の中心側の部分と上記アノードとの離間距離を、上記基板の外周側の部分と上記アノードとの離間距離より小さく

くしたことを特徴とする。

【0012】

これにより、基板の中心側の部分におけるめっき液の抵抗値を基板の外周側の部分に比べて小さくすることができるので、基板の中心側の部分を流れる電流値を基板の外周側の部分に比べて大きくすることができ、基板に形成されるめっき膜の膜厚を基板の全面に亘って均一にすることができる。

【0013】

また、本発明の他の態様においては、めっき処理の開始後に上記基板とアノードとの離間距離を変化させることを特徴とする。

【0014】

これにより、めっき処理の開始時において、基板の中心側の電位勾配が外周側の電位勾配よりも高くなるので、基板の中心側に多くのめっき膜が形成され、その後、基板とアノードとの離間距離を大きくすることで、この関係を逆転させることができるため、結果として基板全面のめっき膜の膜厚を均一とすることが可能となる。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係るめっき装置の第1の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。本実施形態のめっき装置は、半導体基板の表面に電解銅めっきを施して、銅層からなる配線が形成された半導体装置を得るのに使用される。

【0016】

まず、めっき工程を図1を参照して説明する。半導体基板Wには、図1(a)に示すように、半導体素子が形成された半導体基板1上の導電層1aの上にSiO₂からなる絶縁膜2が堆積され、リソグラフィ・エッチング技術によりコンタクトホール3と配線用の溝4が形成され、その上にTiN等からなるバリア層5、更にその上に電解めっきの給電層としてシード層7が形成されている。

【0017】

そして、図1(b)に示すように、上記半導体基板Wの表面に銅めっきを施すことで、半導体基板1のコンタクトホール3及び溝4の内部に銅を充填させると

共に絶縁膜 2 上に銅層 6 を堆積させる。その後、化学的機械的研磨 (CMP) により、絶縁膜 2 上の銅層 6 を除去して、コンタクトホール 3 及び配線用の溝 4 に充填させた銅層 6 の表面と絶縁膜 2 の表面とを略同一平面にする。これにより、図 1 (c) に示すように銅層 6 からなる配線が形成される。

【0018】

図 2 は、本実施形態に係るめっき装置の全体構成を示す平面図である。図 2 に示すように、このめっき装置には、同一設備内に位置して、内部に複数の基板 W を収納する 2 基のロード・アンロード部 10 と、めっき処理及びその付帯処理を行う 2 基のめっきユニット 12 と、ロード・アンロード部 10 とめっきユニット 12 との間で基板 W の受渡しを行う搬送ロボット 14 と、めっき液タンク 16 を有するめっき液供給設備 18 が備えられている。

【0019】

図 3 は、図 2 のめっきユニット 12 を示す平面図である。図 3 に示すように、めっきユニット 12 には、めっき処理及びその付帯処理を行う基板処理部 20 が備えられ、この基板処理部 20 に隣接して、めっき液を溜めるめっき液トレイ 22 が配置されている。また、回転軸 24 を中心に揺動する揺動アーム 26 の先端に保持されて上記基板処理部 20 とめっき液トレイ 22 との間を揺動する電極部 28 を有する電極アーム部 30 が備えられている。更に、基板処理部 20 の側方に位置して、プレコート・回収アーム 32 と、純水やイオン水等の薬液、更には気体等を基板に向けて噴射する固定ノズル 34 が配置されている。この実施の形態においては、3 つの固定ノズル 34 が備えられ、その内の 1 つを純水の供給用に用いている。

【0020】

図 4 は図 3 の A-A 線断面図、図 5 は図 4 の部分拡大断面図であり、また、図 6 から図 9 はそれぞれ図 3 の正面図、右側面図、背面図、左側面図である。図 4 及び図 5 に示すように、めっきユニット 12 の基板処理部 20 には、めっき面を上向きにして基板 W を保持する基板保持部 36 と、この基板保持部 36 の上方に該基板保持部 36 の周縁部を囲繞するように配置されたカソード部 38 が備えられている。更に、基板保持部 36 の周囲を囲繞して処理中に用いる各種薬液の飛

散を防止する有底略円筒状のカップ 4 0 が、エアシリンダ 4 2 を介して上下動自在に配置されている。

【 0 0 2 1 】

ここで、上記基板保持部 3 6 は、エアシリンダ 4 4 によって、下方の基板受渡し位置 A と、上方のめっき位置 B と、これらの中間の前処理・洗浄位置 C との間を昇降し、基板回転装置としての回転モータ 4 6 及びベルト 4 8 を介して、任意の加速度及び速度で上記カソード部 3 8 と一体に回転するように構成されている。この基板受渡し位置 A に対向して、めっきユニット 1 2 のフレーム側面の搬送ロボット 1 4 側には、図 7 に示すように、基板搬出入口 5 0 が設けられ、また基板保持部 3 6 がめっき位置 B まで上昇した時に、基板保持部 3 6 で保持された基板 W の周縁部に、後述するカソード部 3 8 のシール材 9 0 とカソード電極 8 8 とが当接するようになっている。一方、上記カップ 4 0 は、その上端が上記基板搬出入口 5 0 の下方に位置し、図 5 に仮想線で示すように、上昇した時に上記基板搬出入口 5 0 を塞いでカソード部 3 8 の上方に達するようになっている。

【 0 0 2 2 】

めっきユニット 1 2 のめっき液トレイ 2 2 は、めっきを実施していない時に、電極アーム部 3 0 の下記のめっき液含浸材 1 1 0 及びアノード 9 8 をめっき液で湿潤させるためのもので、図 6 に示すように、このめっき液含浸材 1 1 0 が収容できる大きさに設定され、図示しないめっき液供給口とめっき液排水口を有している。また、フォトセンサがめっき液トレイ 2 2 に取付けられており、めっき液トレイ 2 2 内のめっき液の満水、即ちオーバーフローと、排水との検出が可能になっている。めっき液トレイ 2 2 の底板 5 2 は着脱が可能であり、めっき液トレイの周辺には、図示しない局所排気口が設置されている

【 0 0 2 3 】

上記電極アーム部 3 0 は、図 8 及び図 9 に示すように、上下動モータ 5 4 と図示しないボールねじを介して上下動し、旋回モータ 5 6 を介して、上記めっき液トレイ 2 2 と基板処理部 2 0 との間を旋回（揺動）するようになっている。

【 0 0 2 4 】

また、プレコート・回収アーム 3 2 は、図 1 0 に示すように、上下方向に延び

る支持軸 58 の上端に連結されて、ロータリアクチュエータ 60 を介して旋回（揺動）し、エアシリンダ 62（図 7 参照）を介して上下動するよう構成されている。このプレコート・回収アーム 32 には、その自由端側にプレコート液吐出用のプレコートノズル 64 が、基端側にめっき液回収用のめっき液回収ノズル 66 がそれぞれ保持されている。そして、プレコートノズル 64 は、例えばエアシリンダによって駆動するシリンジに接続されて、プレコート液がプレコートノズル 64 から間欠的に吐出され、また、めっき液回収ノズル 66 は、例えばシリンダポンプまたはアスピレータに接続されて、基板上のめっき液がめっき液回収ノズル 66 から吸引されるようになっている。

【0025】

図 11 は基板保持部の平面図であり、図 12 は図 11 の B-B 線断面図、図 13 は、図 11 の C-C 線断面図である。図 11 から図 13 に示すように、基板保持部 36 は、円板状のステージ 68 を備え、このステージ 68 の周縁部の円周方向に沿った 6 カ所に、上面に基板 W を水平に載置して保持する支持腕 70 が立設されている。この支持腕 70 の 1 つの上端には、基板 W の端面に当接して位置決めする位置決め板 72 が固着され、この位置決め板 72 を固着した支持腕 70 に対向する支持腕 70 の上端には、基板 W の端面に当接し回動して基板 W を位置決め板 72 側に押付ける押付け片 74 が回動自在に支承されている。また、他の 4 個の支持腕 70 の上端には、回動して基板 W をこの上方から下方に押付けるチャック爪 76 が回動自在に支承されている。

【0026】

ここで、上記押付け片 74 及びチャック爪 76 の下端は、コイルばね 78 を介して下方に付勢した押圧棒 80 の上端に連結されて、この押圧棒 80 の下動に伴って押付け片 74 及びチャック爪 76 が内方に回動して閉じるようになっており、ステージ 68 の下方には上記押圧棒 80 に下面に当接してこれを上方に押し上げる支持板 82 が配置されている。

【0027】

これにより、基板保持部 36 が図 5 に示す基板受渡し位置 A に位置する時、押圧棒 80 は支持板 82 に当接し上方に押し上げられて、押付け片 74 及びチャック

爪 76 が外方に回動して開き、ステージ 68 を上昇させると、押圧棒 80 がコイルばね 78 の弾性力で下降して、押付け片 74 及びチャック爪 76 が内方に回転して閉じるようになっている。

【0028】

図 14 はカソード部 38 の平面図であり、図 15 は図 14 の D-D 線断面図である。図 14 及び図 15 に示すように、カソード部 38 は、上記支持板 82（図 5 及び図 13 等参照）の周縁部に立設した支柱 84 の上端に固着した環状の枠体 86 と、この枠体 86 の下面に内方に突出させて取付けた、この例では 6 分割されたカソード電極 88 と、このカソード電極 88 の上方を覆うように上記枠体 86 の上面に取付けた環状のシール材 90 とを有している。このシール材 90 は、その内周縁部が内方に向け下方に傾斜し、かつ徐々に薄肉となって、内周端部が下方に垂下するように構成されている。

【0029】

これにより、図 5 に示すように、基板保持部 36 がめっき位置 B まで上昇した時に、この基板保持部 36 で保持した基板 W の周縁部にカソード電極 88 が押付けられて通電し、同時にシール材 90 の内周端部が基板 W の周縁部上面に圧接し、ここを水密的にシールして、基板の上面（被めっき面）に供給されためっき液が基板 W の端部から染み出すのを防止すると共に、めっき液がカソード電極 88 を汚染することを防止するようになっている。

なお、本実施形態において、カソード部 38 は、上下動不能で基板保持部 36 と一体に回転するようになっているが、上下動自在で、下降した時にシール材 90 が基板 W の被めっき面に圧接するように構成してもよい。

【0030】

図 16 は電極アーム部 30 の平面図、図 17 は基板保持部 36 を含む図 16 の縦断正面図、図 18 は図 16 の E-E 線断面図である。図 20 は電極アーム部 30 の電極部 28 のハウジング 94 を除いた状態の平面図である。図 16 から図 20 に示すように、電極アーム部 30 の電極部 28 は、揺動アーム 26 の自由端にボールベアリング 92 を介して連結したハウジング 94 と、このハウジング 94 の周囲を囲繞する中空の支持枠 96 と、上記ハウジング 94 と支持枠 96 で周縁

部を挾峙して固定したアノード98とを有し、このアノード98は、上記ハウジング94の開口部を覆って、ハウジング94の内部に吸引室100が形成されている。この吸引室100の内部には、めっき液供給設備18（図2参照）から延びるめっき液供給管102に接続され直径方向に延びるめっき液導入管104がアノード98の上面に当接して配置され、更に、ハウジング94には、吸引室100に連通するめっき液排出管106が接続されている。

【0031】

ここで、図17に示すように、アノード98の大きさ（径）は基板Wの大きさ（径）よりも小さく、アノード98の面積は基板Wの面積よりも小さくされている。また、電極部28の上端にはアノード回転装置としての回転モータ99が設置されており、この回転モータ99によってアノード98を回転させることができる。

【0032】

上記めっき液導入管104は、マニホールド構造とすると被めっき面に均一なめっき液を供給するのに有効である。即ち、図19に示すように、その長手方向に連続して延びるめっき液導入路104aと該導入路104aに沿った所定のピッチで、下方に連通する複数のめっき液導入口104bが設けられ、また、アノード98の該めっき液導入口104bに対応する位置に、めっき液供給口98aが設けられている。更に、アノード98には、その全面に亘って上下に連通する多数の通孔98bが設けられている。これにより、めっき液供給管102からめっき液導入管104に導入されためっき液は、めっき液導入口104b及びめっき液供給口98aからアノード98の下方に達し、またアノード98をめっき液中に浸した状態で、めっき液排出管106を吸引することで、アノード98の下方のめっき液は、通孔98bから吸引室100を通過して該めっき液排出管106から排出されるようになっている。

【0033】

ここで、上記アノード98は、スライムの生成を抑制するため、含有量が0.03～0.05%のリンを含む銅（含リン銅）で構成されている。このように、アノード98に含リン銅を使用すると、めっきの進行に伴ってアノード98の表

面にブラックフィルムと呼ばれる黒膜が形成される。このブラックフィルムは、リンやClを含む Cu^+ 錯体で、 $\text{Cu}_2\text{Cl}_2 \cdot \text{Cu}_2\text{O} \cdot \text{Cu}_3\text{P}$ 等で構成されるものである。このブラックフィルムの形成により銅の不均化反応が抑制されるので、ブラックフィルムをアノード98に表面に安定して形成することは、めっきを安定化させる上で重要であるが、これが乾燥したり酸化したりしてアノード98から脱落すると、パーティクルの原因となる。

【0034】

そこで、この実施の形態にあつては、アノード98の下面に該アノード98の全面を覆う保水性材料からなるめっき液含浸材110を取付け、このめっき液含浸材110にめっき液を含ませて、アノード98の表面を湿潤させることで、ブラックフィルムの基板のめっき面への脱落を防止し、同時に基板のめっき面とアノード98との間にめっき液を注入する際に、空気を外部に抜きやすくしている。このめっき液含浸材110は、例えばポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエステル、ポリ塩化ビニル、フッ素樹脂、ポリビニルアルコール、ポリウレタン及びこれらの誘導体の少なくとも1つの材料からなる織布、不織布又はスポンジ状の構造体、あるいはポラスセラミックスからなる。

【0035】

即ち、下端に頭部を有する多数の固定ピン112を、この頭部をめっき液含浸材110の内部に上方に脱出不能に収納し軸部をアノード98の内部を貫通させて配置し、この固定ピン112をU字状の板ばね114を介して上方に付勢させることで、アノード98の下面にめっき液含浸材110を板ばね114の弾性力を介して密着させて取付けている。このように構成することにより、めっきの進行に伴って、アノード98の肉厚が徐々に薄くなっても、アノード98の下面にめっき液含浸材110を確実に密着させることができる。従って、アノード98の下面とめっき液含浸材110との間に空気が混入してめっき不良の原因となることが防止される。

なお、アノードの上面側から、例えば径が2mm程度の円柱状のPVC（塩ビ）又はPET製のピンをアノードを貫通させて配置し、アノード下面に現れた該ピンの先端面に接着剤を付けてめっき液含浸材と接着固定するようにしてもよい

【0036】

そして、上記電極部28は、基板保持部36がめっき位置B（図5参照）にある時に、基板保持部36で保持された基板Wとめっき液含浸材110との隙間が、例えば0.5～3mm程度となるまで下降し、この状態で、めっき液供給管102からめっき液を供給して、めっき液含浸材110にめっき液を含ませながら、基板Wの上面（被めっき面）とアノード98との間にめっき液を満たして、これによって、基板Wの被めっき面にめっきが施される。

【0037】

次に、本実施形態のめっき装置の動作について説明する。

まず、ロード・アンロード部10からめっき処理前の基板Wを搬送ロボット14で取り出し、被めっき面を上向きにした状態で、フレームの側面に設けられた基板搬出入口50から一方のめっきユニット12の内部に搬送する。この時、基板保持部36は、下方の基板受渡し位置Aにあり、搬送ロボット14は、そのハンドがステージ68の真上に到達した後に、ハンドを下降させることで、基板Wを支持腕70上に載置する。そして、搬送ロボット14のハンドを上記基板搬出入口50を通して退去させる。

【0038】

搬送ロボット14のハンドの退去が完了した後、カップ40を上昇させ、同時に基板受渡し位置Aにあった基板保持部36を前処理・洗浄位置Cに上昇させる。この時、この上昇に伴って、支持腕70上に載置された基板は、位置決め板72と押付け片74で位置決めされ、チャック爪76で確実に把持される。

【0039】

一方、電極アーム部30の電極部28は、この時点ではめっき液トレイ22上の通常位置にあって、めっき液含浸材110あるいはアノード98がめっき液トレイ22内に位置しており、この状態でカップ40の上昇と同時に、めっき液トレイ22及び電極部28にめっき液の供給を開始する。そして、基板のめっき工程に移るまで、新しいめっき液を供給し、併せてめっき液排出管106を通じた吸引を行って、めっき液含浸材110に含まれるめっき液の交換と泡抜きを行う

。なお、カップ40の上昇が完了すると、フレーム側面の基板搬出入口50はカップ40で塞がれて閉じ、フレーム内外の雰囲気遮断状態となる。

【0040】

カップ40が上昇するとプレコート処理に移る。即ち、基板Wを受け取った基板保持部36を回転させ、待避位置にあったプレコート・回収アーム32を基板と対峙する位置へ移動させる。そして、基板保持部36の回転速度が設定値に到達したところで、プレコート・回収アーム32の先端に設けられたプレコートノズル64から、例えば界面活性剤からなるプレコート液を基板の被めっき面に間欠的に吐出する。この時、基板保持部36が回転しているため、プレコート液は基板Wの被めっき面の全面に行き渡る。次に、プレコート・回収アーム32を待避位置へ戻し、基板保持部36の回転速度を増して、遠心力により基板Wの被めっき面のプレコート液を振り切って乾燥させる。

【0041】

このプレコート完了後にめっき処理に移る。まず、基板保持部36を、この回転を停止、若しくは回転速度をめっき時速度まで低下させた状態で、めっきを施すめっき位置Bまで上昇させる。すると、基板Wの周縁部はカソード電極88に接触して通電可能な状態となり、同時に基板Wの周縁部上面にシール材90が圧接して、基板Wの周縁部が水密的にシールされる。

【0042】

一方、搬入された基板Wのプレコート処理が完了したという信号に基づいて、電極部28がめっき液トレイ22上方からめっきを施す位置の上方に位置するように電極アーム部30を水平方向に旋回させ、この位置に到達した後に、電極部28をカソード部38に向かって下降させる。電極部28の下降が完了した時点で、めっき電流を投入し、めっき液供給管102からめっき液を電極部28の内部に供給して、アノード98を貫通しためっき液供給口98aよりめっき液含浸材110にめっき液を供給する。この時、めっき液含浸材110は基板Wの被めっき面に接触させず、0.5mm～3mm程度に近接した状態となっている。

【0043】

めっき液の供給が続くと、めっき液含浸材110から染み出した銅イオンを含

むめっき液が、めっき液含浸材 1 1 0 と基板 W の被めっき面との間の隙間に満たされ、基板の被めっき面に銅めっきが施される。この時、回転モータ 4 6 を駆動させ、基板保持部 3 6 と基板 W とを一体的に回転させる

【 0 0 4 4 】

ところで、上述したように、基板 W のシート抵抗の影響により基板 W の中心側における電流値の方が外周側における電流値よりも小さくなるが、基板 W の中心側の通電時間を基板 W の外周側の通電時間よりも長くすることができれば、電流値と通電時間との積を基板 W の中心側と外周側とで同一にすることが可能である。基板 W の表面に形成されるめっき膜の膜厚は、流れる電流値と通電時間との積に比例するので、これらの積を同一にすることができれば、形成されるめっき膜の膜厚を均一にすることができる。

【 0 0 4 5 】

本実施形態においては、アノード 9 8 の面積を基板 W の面積より小さくすると共に、上記めっき処理中に、基板回転装置としての回転モータ 4 6 を駆動させ、基板保持部 3 6 と基板 W とを一体的に回転させることにより、上記通電時間の調整を行い、均一な膜厚のめっき膜の形成を実現している。即ち、基板 W が回転している間、基板の中心側に位置する図 2 1 の P 1 点は、常にアノード 9 8 に対向し、常に通電される。一方、基板の外周側に位置する P 2 点は、実線部分 F を移動（回転）する間はアノード 9 8 に対向するが、点線部分 G を移動（回転）する間はアノード 9 8 には対向せず通電されない。従って、P 2 点よりも P 1 点の方が通電時間が長くなる。

【 0 0 4 6 】

このように、本発明では、アノード 9 8 の形状、大きさ、面積、配置及び基板 W の回転速度を適宜選択し、基板 W の中心側の通電時間を基板 W の外周側の通電時間よりも長くすることで、流れる電流値と通電時間との積を基板 W の全面に亘って同一とし、均一な膜厚のめっき膜を形成することが可能となる。これに加えて、アノード 9 8 の面積を基板 W の面積より小さくしているので、アノード 9 8 に対向しない基板表面、即ち、アノード 9 8 側に露出した基板 W の表面を利用して、例えば、光学的な膜厚測定などをめっき膜の形成と同時に行うことが可能と

なる。

【0047】

ここで、アノード98の面積は、上述のようにめっき膜の膜厚が基板全面で均一となる範囲から選択されるが、好ましくは基板Wの面積の25～95%となるように選択する。アノード98を円板状とした場合、アノード98の面積が基板Wの面積の25%未満、即ち、アノード98の直径が基板Wの半径よりも小さい場合には、基板Wの中心近傍においてめっきされない部分が生じることとなる。また、基板Wの回転数は、好ましくは毎分3～60回転、より好ましくは毎分5～40回転とする。

【0048】

なお、めっき処理中には、アノード回転装置としての回転モータ99を駆動させ、アノード98を回転させながらめっき処理を実施することとしてもよいし、あるいは、回転モータ99を停止し、アノード98を基板に対して固定配置した状態でめっき処理を実施することとしてもよい。アノード98を回転させながらめっき処理を実施する場合には、アノード98の回転方向は、基板Wの回転方向と同方向であっても、反対方向であってもよいが、基板の回転方向と同方向に回転させるのが好ましい。また、アノードの回転数は、好ましくは毎分3～60回転、より好ましくは毎分5～40回転とする。

また、アノード98の形状は、基板全面でめっき膜の膜厚を均一とすることができればどのような形状であってもよく、例えば、楕円形やハート形とすることもできる。

【0049】

このようにして、めっき処理が完了すると、電極アーム部30を上昇させ旋回させてめっき液トレイ22上方へ戻し、通常位置へ下降させる。次に、プレコート・回収アーム32を待避位置から基板Wに対峙する位置へ移動させて下降させ、めっき液回収ノズル66から基板W上のめっきの残液を回収する。このめっき残液の回収が終了した後、プレコート・回収アーム32を待避位置へ戻し、基板のめっき面のリンスのために、純水用の固定ノズル34から基板Wの中央部に純水を吐出し、同時に基板保持部36をスピードを増して回転させて基板Wの表面

のめっき液を純水に置換する。このように、基板Wのリンスを行うことで、基板保持部36をめっき位置Bから下降させる際に、めっき液が跳ねて、カソード部38のカソード電極88が汚染されることが防止される。

【0050】

このリンス終了後に水洗工程に入る。即ち、基板保持部36をめっき位置Bから前処理・洗浄位置Cへ下降させ、純水用の固定ノズル34から純水を供給しつつ基板保持部36及びカソード部38を回転させて水洗を実施する。この時、カソード部38に直接供給した純水、又は基板Wの面から飛散した純水によってシール材90及びカソード電極88も基板と同時に洗浄することができる。

【0051】

この水洗完了後にドライ工程に入る。即ち、固定ノズル34からの純水の供給を停止し、更に基板保持部36及びカソード部38の回転スピードを増して、遠心力により基板表面の純水を振り切って乾燥させる。併せて、シール材90及びカソード電極88も乾燥される。ドライ工程が完了すると基板保持部36及びカソード部38の回転を停止させ、基板保持部36を基板受渡し位置Aまで下降させる。すると、チャック爪76による基板Wの把持が解かれ、基板Wは、支持腕70の上面に載置された状態となる。これと同時に、カップ40も下降させる。

【0052】

以上でめっき処理及びそれに付帯する前処理や洗浄・乾燥工程の全て工程を終了し、搬送ロボット14は、そのハンドを基板搬出入口50から基板Wの下方に挿入し、そのまま上昇させることで、基板保持部36から処理後の基板Wを受取る。そして、搬送ロボット14は、この基板保持部36から受取った処理後の基板Wをロード・アンロード部10に戻す。

【0053】

次に、本発明の第2の実施形態について図面を参照して説明する。図22は本実施形態に係るめっき装置の電極アーム部30の平面図である。

本実施形態に係るめっき装置の構成は、上述の第1の実施形態と基本的に同様であるが、電極アーム部30には長手方向に溝99aが設けられており、電極部28の上端のアノード回転装置99は、該アノード98を並進させるアノード並

進装置としても機能するように構成されている。従って、このアノード並進装置としても機能する回転モータ 9 9 により、図 2 3 の矢印 H に示す方向にアノード 9 8 を並進させることができる。なお、他の構成については上述の第 1 の実施形態と同様であるので説明を省略する。

【 0 0 5 4 】

本実施形態におけるめっき装置も第 1 の実施形態のめっき装置と同様に動作するが、本実施形態においては、基板のめっき処理中に、基板回転装置 4 6 によって基板 W を回転させると共に、上記アノード並進装置 9 9 によってアノード 9 8 を図 2 3 の矢印 H 方向に並進させる。この場合におけるアノード 9 8 の並進速度は、毎分 5 ～ 4 0 往復とするのが好ましい。

【 0 0 5 5 】

なお、第 1 及び第 2 の実施形態においては、基板回転装置が基板の中心点を回転軸とした例をあげたが、回転軸をずらして偏心させた公転を行うように構成してもよい。また、回転装置そのものをアノード面に対して並進動作するように構成してもよい。

【 0 0 5 6 】

次に、本発明の第 3 の実施形態について図面を参照して説明する。図 2 4 は本実施形態に係るめっき装置における電極部 2 8 と基板 W との関係を示す模式図である。

本実施形態に係るめっき装置の構成は、上述の第 1 の実施形態と基本的に同様であるが、図 2 4 に示すように、電極部 2 8 のアノード 9 8 を基板 W に対して傾斜させている点で異なる。他の構成については上述の第 1 の実施形態と同様であるので説明を省略する。

【 0 0 5 7 】

アノード 9 8 は、図 2 4 に示すように、基板 W の中心側における離間距離が小さく、基板 W の外周側における離間距離が大きくなるように傾斜されている。この傾斜角度、即ち、図 2 4 における角 α は、 30° 以下とするのが好ましい。このようにアノード 9 8 を傾斜させることにより、上述した図 2 9 に示すめっき液の抵抗 R 2 を、基板の中心側において小さく、基板の外周側において大きくして

いる。これにより、基板の中心側を流れる電流値を大きく、基板Wの外周側を流れる電流値を小さくすることができ、従って、第1の実施形態で述べた通電時間に加えて、各点を流れる電流値をも調整し、通電時間と電流値との積を基板全面に亘って同一とすることができる。これにより、基板Wに形成されるめっき膜の膜厚を基板Wの全面において均一にすることができる。

【 0 0 5 8 】

なお、この場合において、アノード98と基板Wとの最小離間距離、即ち基板Wの中心における離間距離は2～65mmとするのが好ましい。また、めっき液含浸材110の厚みは2～15mmとするのが好ましい。更に、アノード98を基板Wと同じ大きさとし、図25に示すように、基板の中心軸に対して対象となるようにしてもよい。この場合には、上述した通電時間の調整をする必要がなく、電流値のみを調整することによって、均一な膜厚のめっき膜を形成することができる。

【 0 0 5 9 】

次に、本発明の第4の実施形態について図面を参照して説明する。図26は本実施形態における基板とアノードとの関係を示す模式図であり、図26(a)はめっき開始時の状態、図26(b)はめっき完了時の状態を示している。また、図27(a)及び(b)は、図26(a)及び(b)それぞれの状態におけるアノード98と基板Wとの間の電場の状態を示す等電位線図である。

本実施形態に係るめっき装置の構成は、上述の第1の実施形態と基本的に同様であるが、図26(a)及び(b)に示すように、電極部28のアノード98が基板Wと同じ大きさであり、また、上下動モータ54(図8及び図9参照)がアノード98と基板Wとの離間距離を変化させる手段(引き離し装置)として機能する点で異なる。他の構成については上述の第1の実施形態と同様であるので説明を省略する。

【 0 0 6 0 】

本実施形態におけるめっき装置も第1の実施形態のめっき装置と同様に動作するが、本実施形態においては、めっき処理の開始時(図26(a))からめっき処理完了時(図26(b))までの間に、引き離し装置としての上下動モータ5

4によってアノード98と基板Wとの離間距離を変化させる。即ち、めっき開始時（図26（a））において、アノード98と基板Wとの離間距離を好ましくは2～18mmとし、この離間距離を保ったまま、基板Wの表面に100nm程度のめっき膜を形成する。その後、上下動モータ54によって電極部28を上方に引き上げ、アノード98と基板Wとの離間距離を大きくしながらめっき処理を継続し、所望のめっき膜厚が得られたところでめっき処理が完了する（図26（b））。このめっき処理の完了時におけるアノード98と基板Wとの離間距離は3～50mmとするのが好ましい。

【0061】

ここで、上記めっき処理の開始時においてはアノード98と基板Wとの離間距離が小さいので、図27（a）に示すように、基板Wの外周側よりも中心側の方が電位勾配が高くなっている。従って、基板Wの外周側よりも中心側の方が流れる電流値が大きくなり、中心側により多くのめっき膜が形成されることとなる。このように基板Wの表面にめっき膜が形成されると、めっき膜が形成された部分、即ち、基板の中心側の抵抗値が低くなり、そのままの状態を維持すると基板の中心側のめっき膜の膜厚が厚くなってしまう。そこで、本実施形態では、上述したように、めっき処理の途中でアノード98と基板Wとの離間距離を大きくしている。

【0062】

アノード98と基板Wとの離間距離を大きくした場合には、図27（b）に示すように、基板Wの中心側よりも外周側の方が電位勾配が高くなるので、基板Wの中心側よりも外周側の方が流れる電流値が大きくなり、図27（a）の場合とは異なり外周側により多くのめっき膜が形成される。従って、図26（a）から図26（b）の状態に遷移させることで、結果として、基板全面のめっき膜の膜厚を均一にすることができる。

なお、電極部28を上方に引き上げる際には、時間をかけて徐々に引き上げてもよいし、一気に引き上げてもよい。

【0063】

さてこれまで本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形

態に限定されず、その技術的思想の範囲内において種々異なる形態にて実施されてよいものである。また、上述した各実施形態を組み合わせることも可能である。

上述の実施形態は、めっき処理及びそれに付帯する処理を単一のユニットで行うことができる含浸式のめっき装置について説明したが、これに限られず、フェイスダウン式のめっき装置やフェイスアップ式のめっき装置などあらゆるめっき装置に本発明を適用することができる。参考までに、フェイスダウン式のめっき装置に本発明の第 1 の実施形態を適用した場合の全体構成を図 2 8 に示す。図 2 8 に示すめっき装置は、基板 W を着脱自在に下向きに保持する基板保持部 2 0 0 を備えており、めっき液を収容する略円筒状のめっき槽 2 0 1 の底部に円板状のアノード 2 0 2 (このアノードは基板 W の大きさよりも小さい) が基板中心から偏心した位置に配置されている。このアノード 2 0 2 の下部にはアノード回転装置としての回転モータ 2 0 3 が設けられている。また、基板保持部 2 0 0 を支持するフレーム 2 0 4 の上部には基板回転装置としての回転モータ 2 0 5 が設けられている。このようにアノード回転装置 2 0 3 や基板回転装置 2 0 5 を設けることにより、上述した含浸式のめっき装置と同様に、基板 W の中心側の通電時間を基板 W の外周側の通電時間よりも長くすることができ、均一な膜厚のめっき膜を形成することが可能となる。

【 0 0 6 4 】

【発明の効果】

上述したように本発明は、基板表面の外周側の部分がアノードに対向する時間よりも、基板表面の中心側の部分がアノードに対向する時間が長くなるように、基板がアノードに対向する部分を移動させることにより、基板の中心側の部分の通電時間を基板の外周側の部分の通電時間よりも長くして、各点を流れる電流値と通電時間との積を基板の全面に亘って同一とすることができる。従って、基板に形成されるめっき膜の膜厚を基板の全面において均一にすることができる。

【 0 0 6 5 】

また、基板の中心側の部分とアノードとの離間距離を、基板の外周側の部分とアノードとの離間距離より小さくしたことにより、基板の中心側の部分における

めっき液の抵抗値を基板の外周側の部分に比べて小さくすることができるので、基板の中心側の部分を流れる電流値を基板の外周側の部分に比べて大きくすることができ、基板に形成されるめっき膜の膜厚を基板の全面に亘って均一にすることができる。

【 0 0 6 6 】

更に、めっき処理の開始後に上記基板とアノードとの離間距離を変化させることにより、めっき処理の開始時においては、基板の中心側の電位勾配が外周側に比べて高くなるので、基板の中心側に多くのめっき膜が形成され、その後、基板とアノードとの離間距離を大きくすることで、この関係を逆転させることができるため、基板全面のめっき膜の膜厚を均一とすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の基板めっき装置方法によってめっきを行う工程の一例を示す断面図である。

【図 2】

本発明の第 1 の実施形態におけるめっき装置の全体構成を示す平面図である。

【図 3】

図 2 のめっきユニットを示す平面図である。

【図 4】

図 3 の A - A 線断面図である。

【図 5】

図 4 の部分拡大断面図である。

【図 6】

図 3 の正面図である。

【図 7】

図 3 の右側面図である。

【図 8】

図 3 の背面図である。

【図 9】

図 3 の左側面図である。

【図 1 0】

プレコート・回収アームを示す正面図である。

【図 1 1】

基板保持部の平面図である。

【図 1 2】

図 1 1 の B - B 線断面図である。

【図 1 3】

図 1 1 の C - C 線断面図である。

【図 1 4】

カソード部 3 8 の平面図である。

【図 1 5】

図 1 4 の D - D 線断面図である。

【図 1 6】

電極アーム部の平面図である。

【図 1 7】

基板保持部を含む図 1 6 の縦断正面図である。

【図 1 8】

図 1 6 の E - E 線断面図である。

【図 1 9】

図 1 8 の一部を拡大して示す拡大図である。

【図 2 0】

電極アーム部の電極部のハウジングを除いた状態の平面図である。

【図 2 1】

本発明の第 1 の実施形態における基板とアノードとの関係を示す平面図である。

【図 2 2】

本発明の第 2 の実施形態における電極アーム部の平面図である。

【図 2 3】

本発明の第 2 の実施形態における基板とアノードとの関係を示す平面図である。

【図 2 4】

本発明の第 3 の実施形態におけるめっき装置における電極部と基板との関係を示す模式図である。

【図 2 5】

本発明の他の実施形態におけるめっき装置における電極部と基板との関係を示す模式図である。

【図 2 6】

本発明の第 4 の実施形態における基板とアノードとの関係を示す模式図であり、(a) はめっき処理の開始時の状態、(b) はめっき処理の完了時の状態を示す。

【図 2 7】

図 2 7 (a) は図 2 6 (a) の状態における等電位線図、図 2 7 (b) は図 2 6 (b) の状態における等電位線図である。

【図 2 8】

本発明を適用したフェイスダウン式のめっき装置の全体構成図である。

【図 2 9】

一般的なめっき装置及びそのめっき処理によって形成される回路を模式的に示した図である。

【符号の説明】

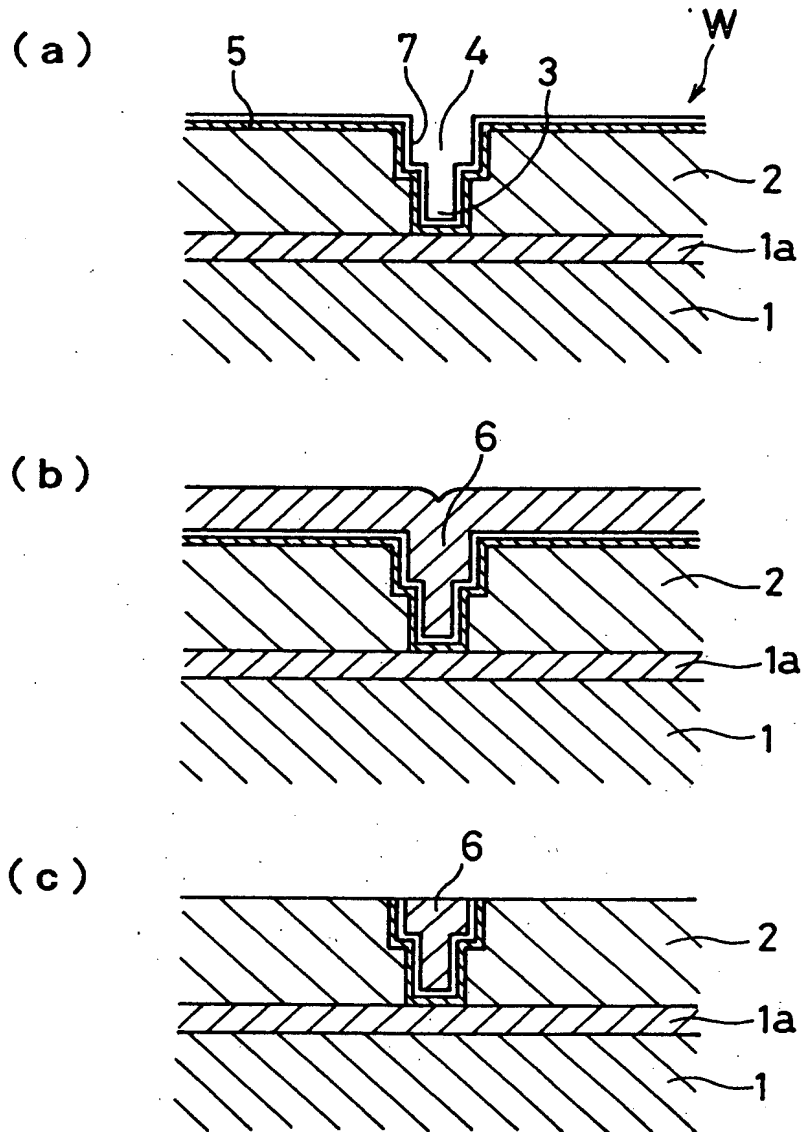
- 1 0 ロード・アンロード部
- 1 2 めっきユニット
- 1 4 搬送ロボット
- 2 0 基板処理部
- 2 2 めっき液トレー
- 2 6 揺動アーム
- 2 8 電極部
- 3 0 電極アーム部

- 3 2 プレコート・回収アーム
- 3 4 固定ノズル
- 3 6 基板保持部
- 3 8 カソード部
- 4 0 カップ
- 4 6 回転モータ（基板回転装置）
- 5 0 基板搬出入口
- 5 4 上下動モータ（引き離し装置）
- 5 8 支持軸
- 6 4 プレコートノズル
- 6 6 めっき液回収ノズル
- 6 8 ステージ
- 7 0 支持腕
- 7 2 位置決め板
- 7 4 押付け片
- 7 6 チャック爪
- 7 8 コイルばね
- 8 0 押圧棒
- 8 2 支持板
- 8 4 支柱
- 8 6 棒体
- 8 8 カソード電極
- 9 0 シール材
- 9 2 ボールベアリング
- 9 4 ハウジング
- 9 8 アノード
- 9 8 a めっき液供給口
- 9 8 b 通孔
- 9 9 回転モータ（アノード回転装置、アノード並進装置）

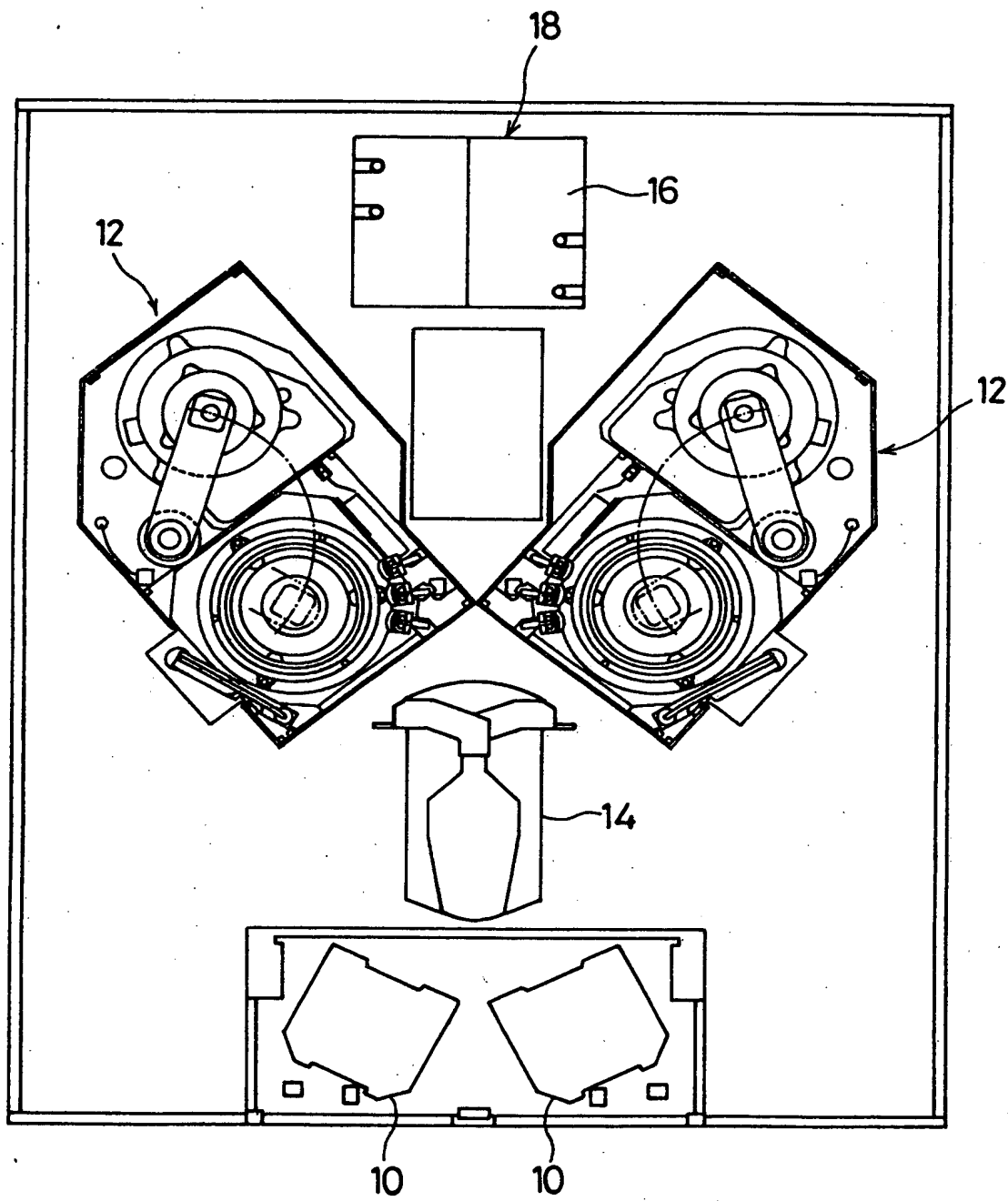
- 1 0 0 吸引室
- 1 0 2 めっき液供給管
- 1 0 4 めっき液導入管
- 1 0 4 b めっき液導入口
- 1 0 6 めっき液排出管
- 1 1 0 めっき液含浸材
- 1 1 2 固定ピン

【書類名】 図面

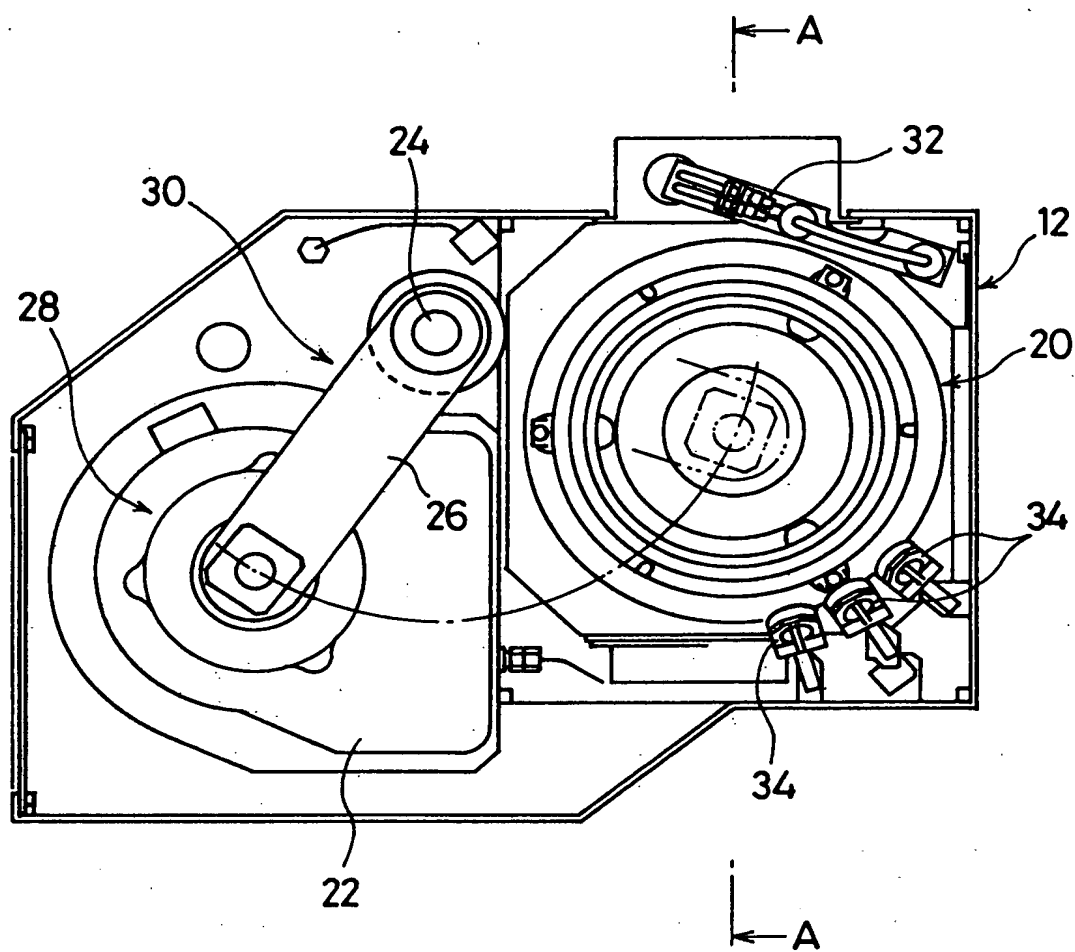
【図 1】



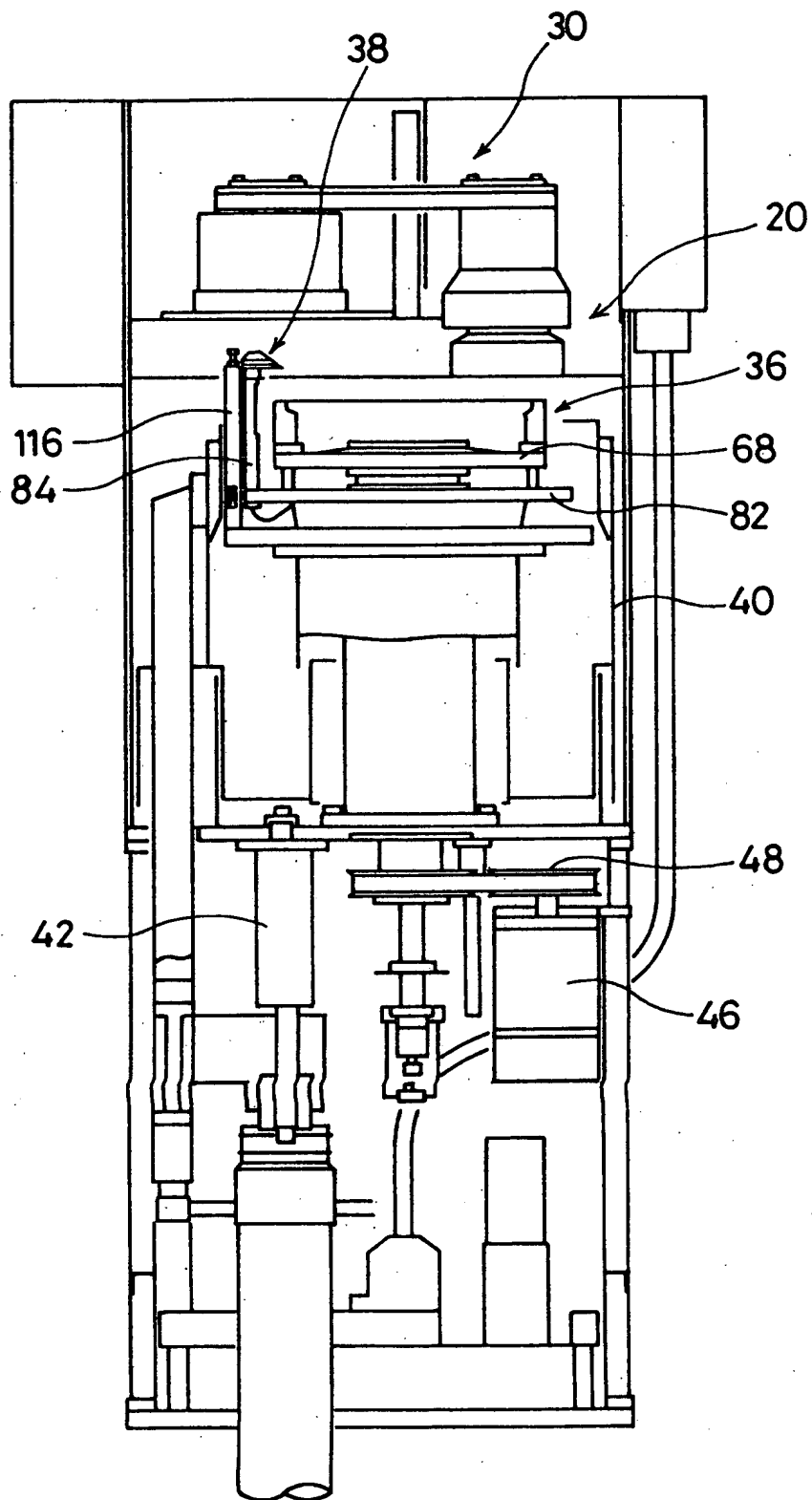
【図 2】



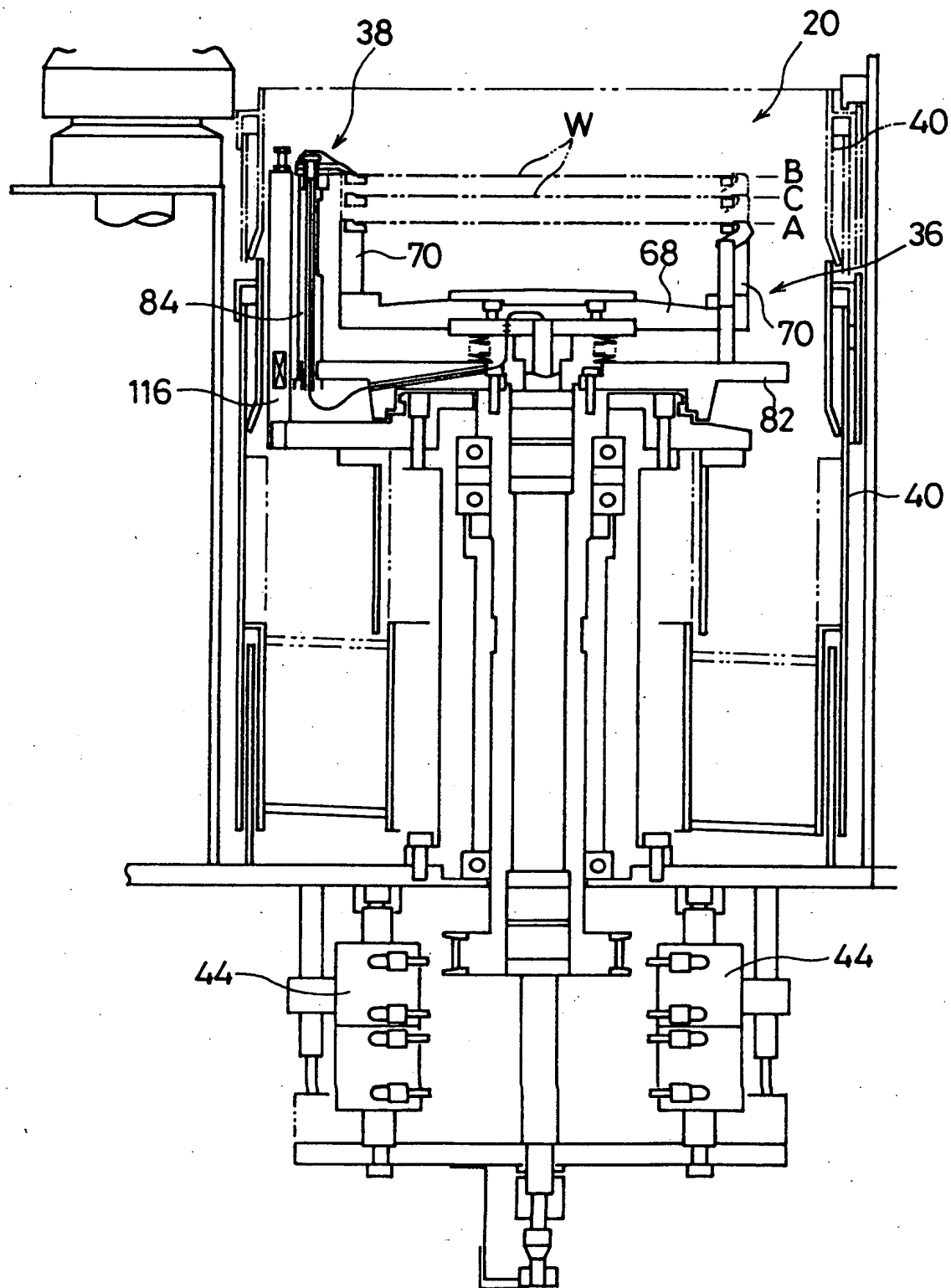
【図 3】



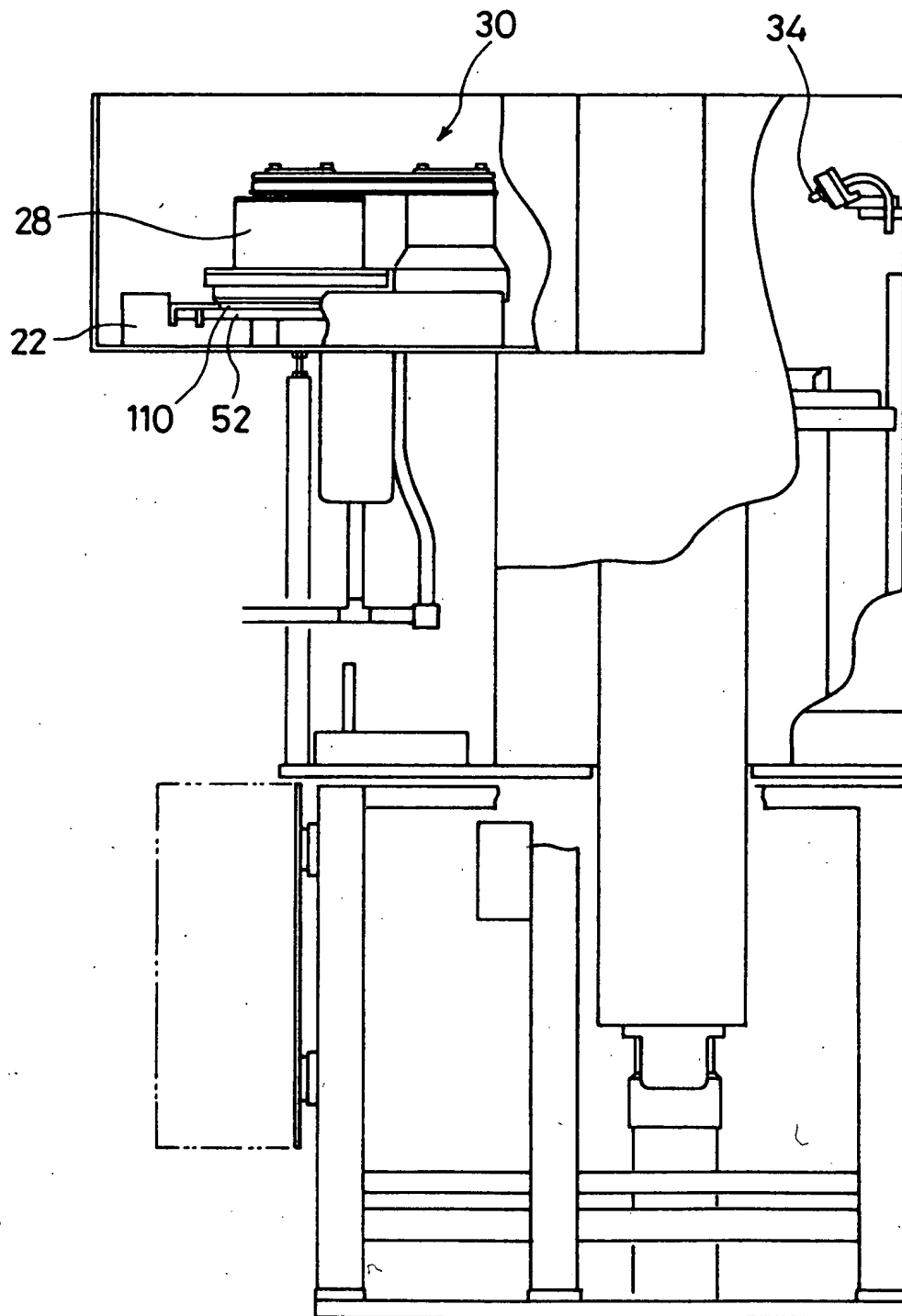
【図4】



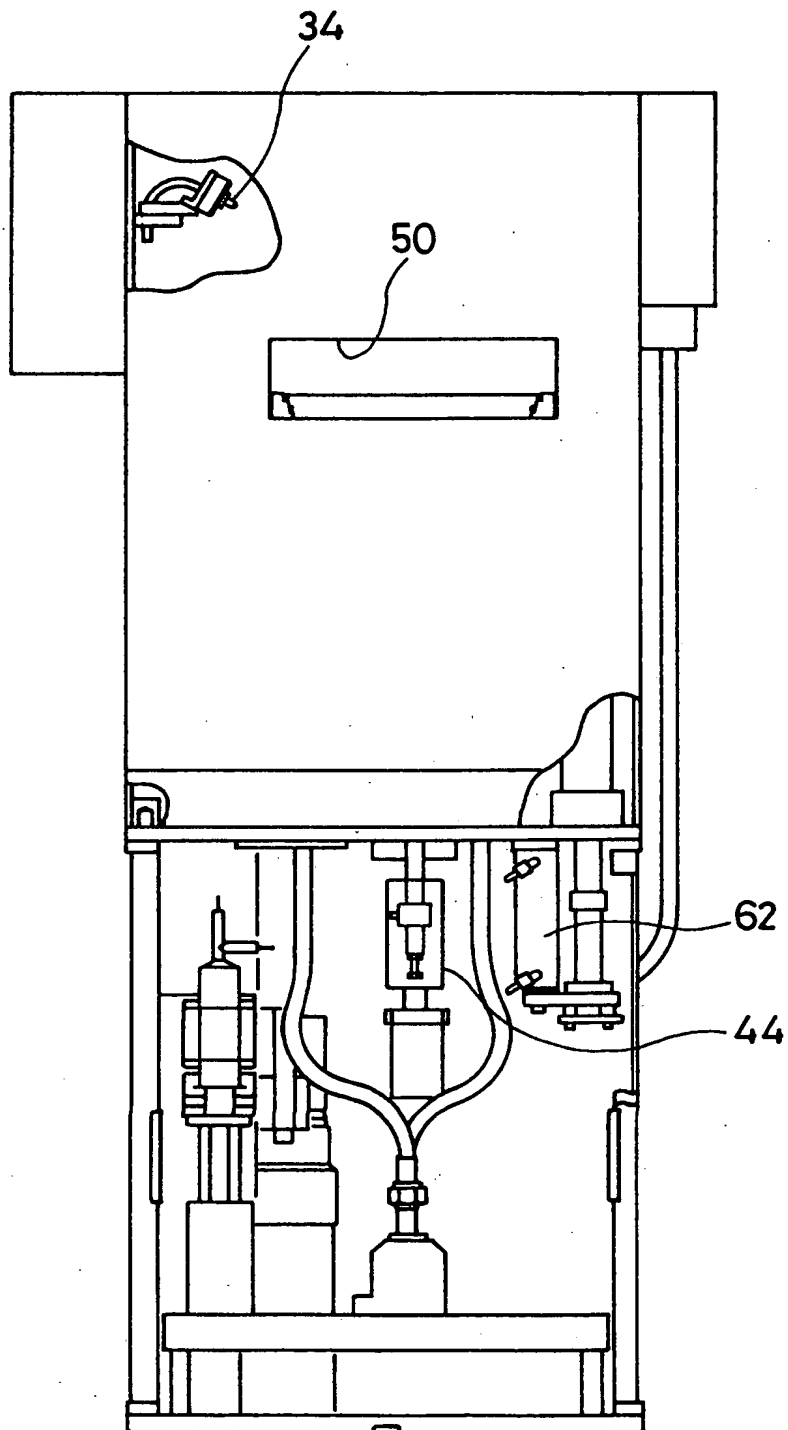
【図 5】



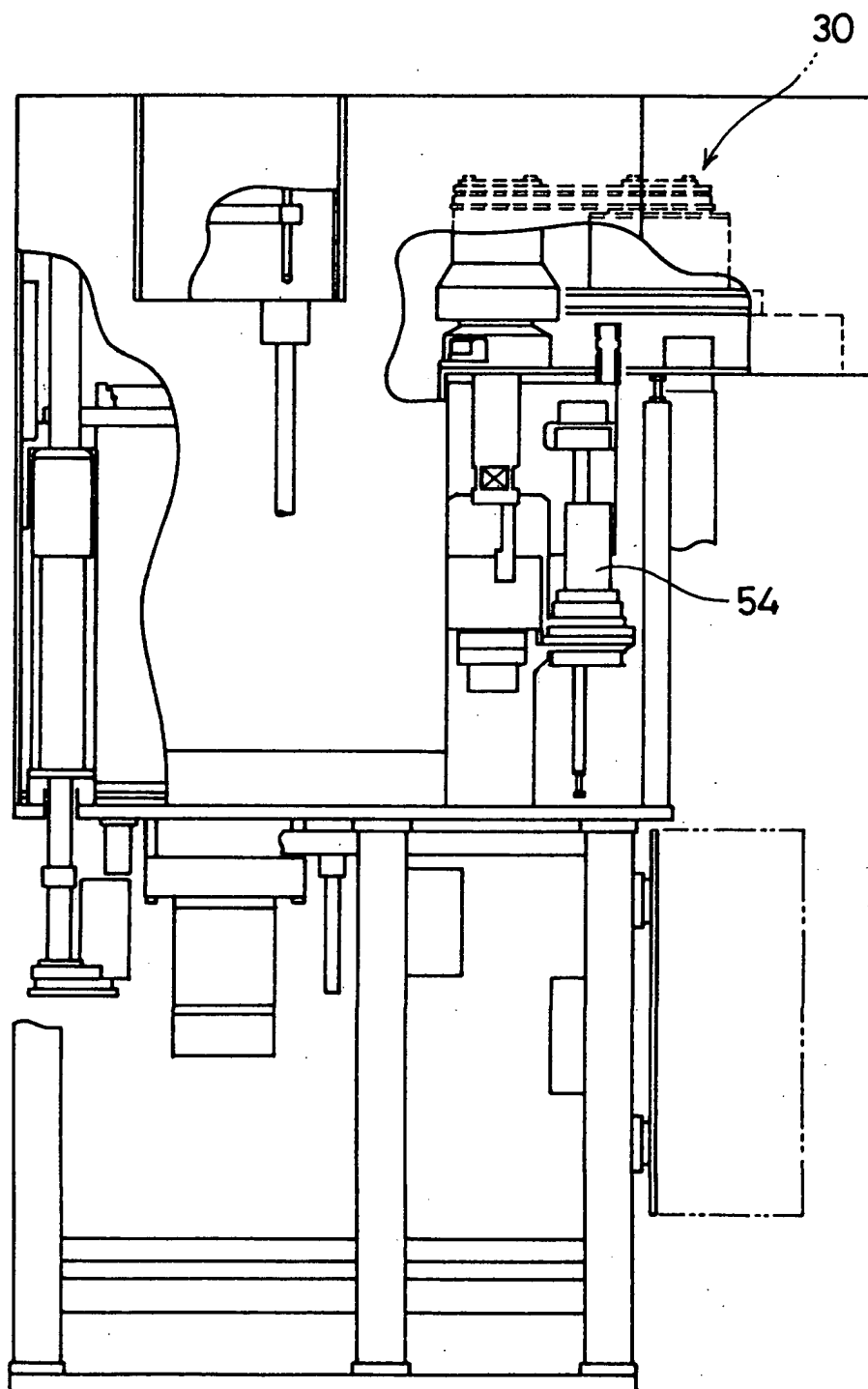
【図 6】



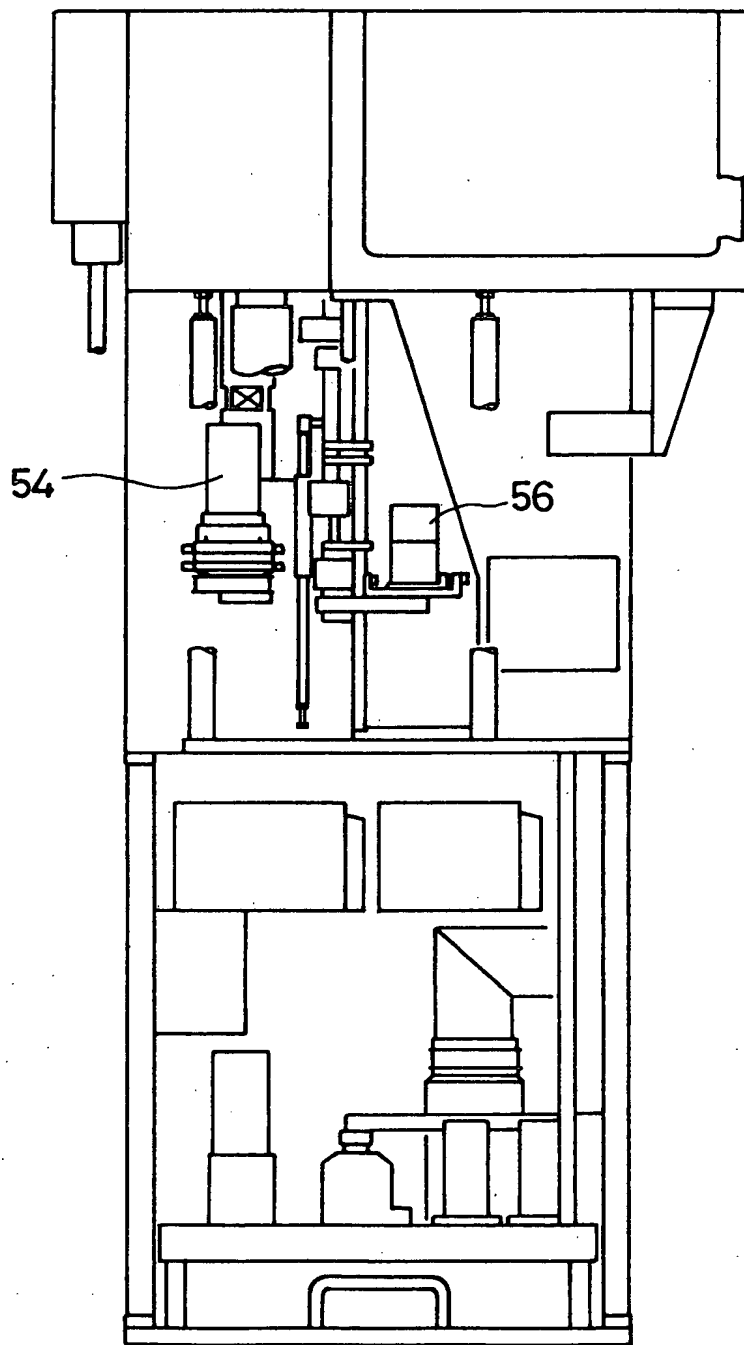
【図 7】



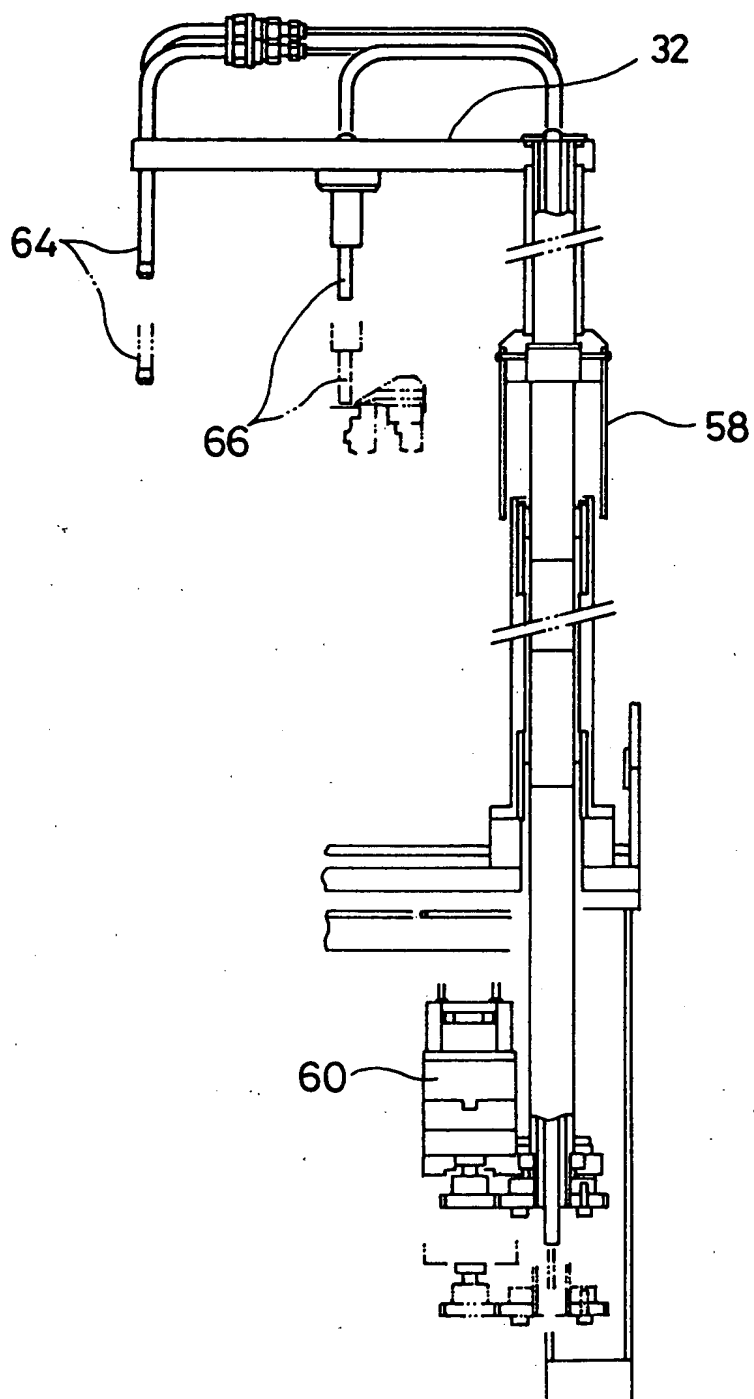
【図 8】



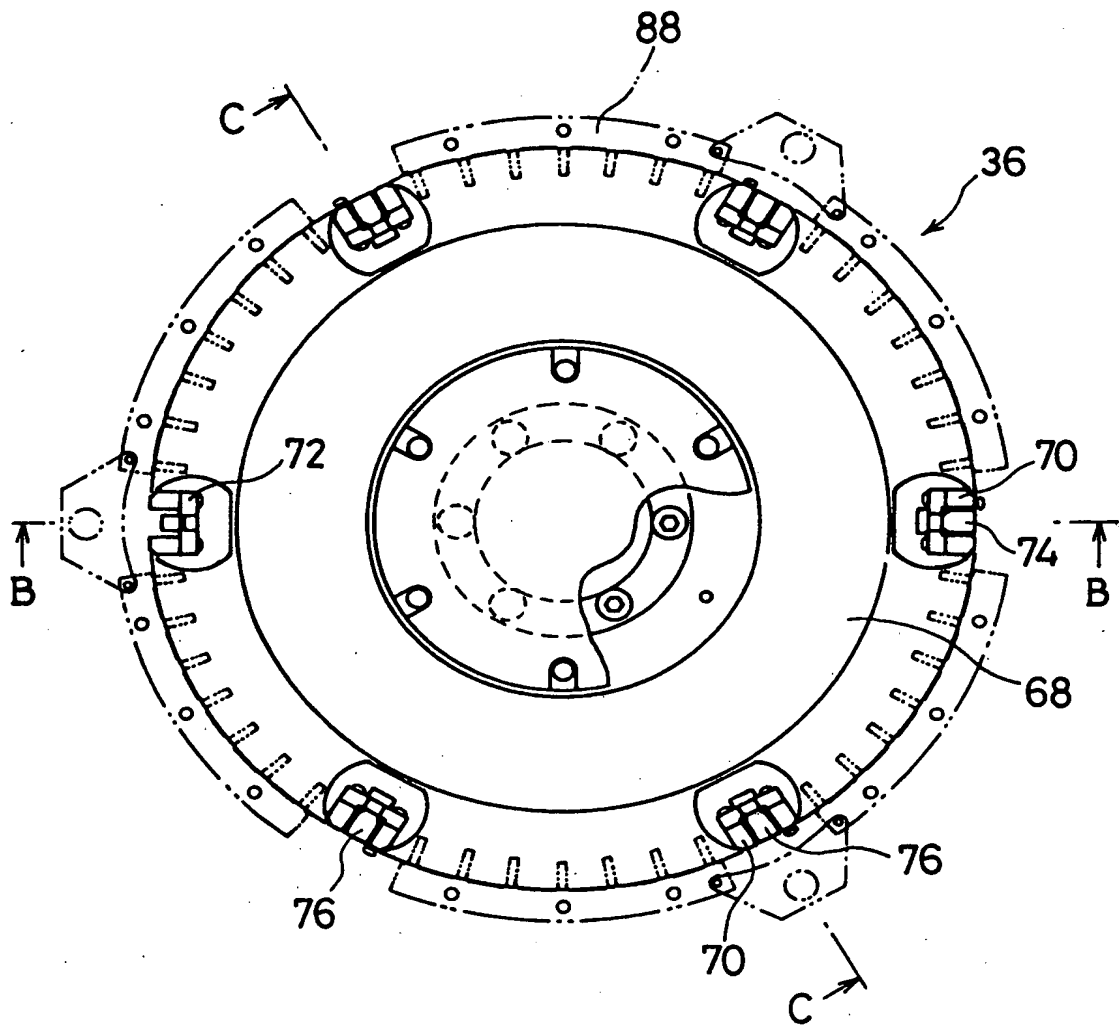
【図9】



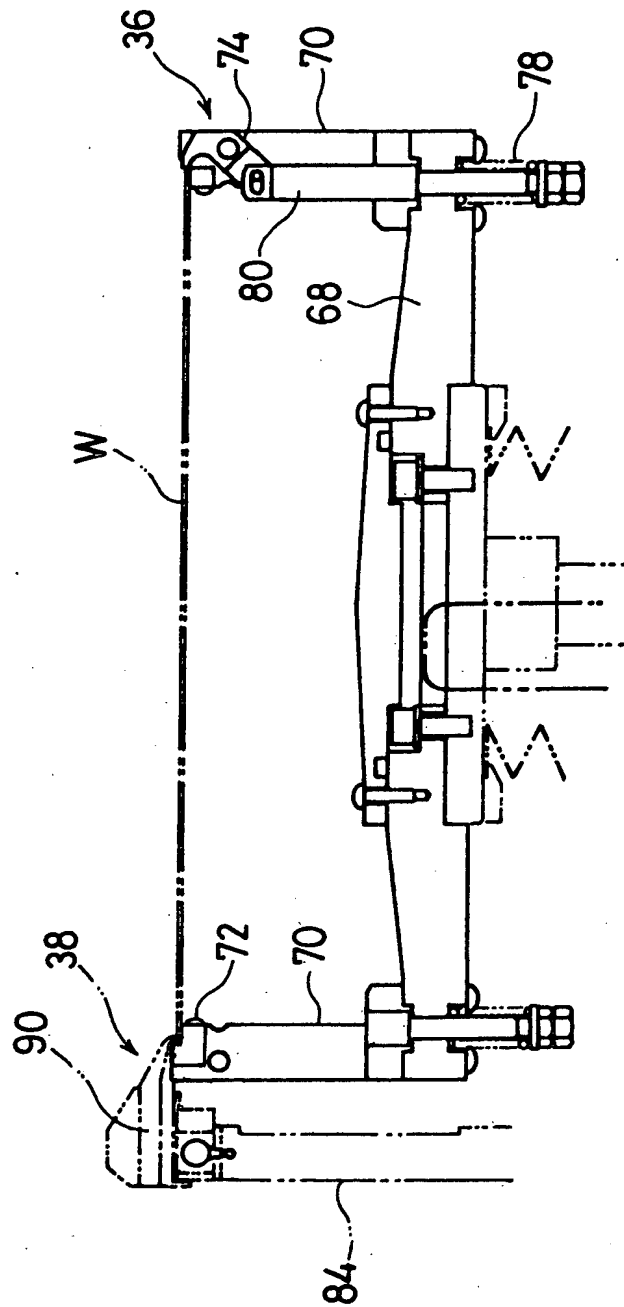
【図10】



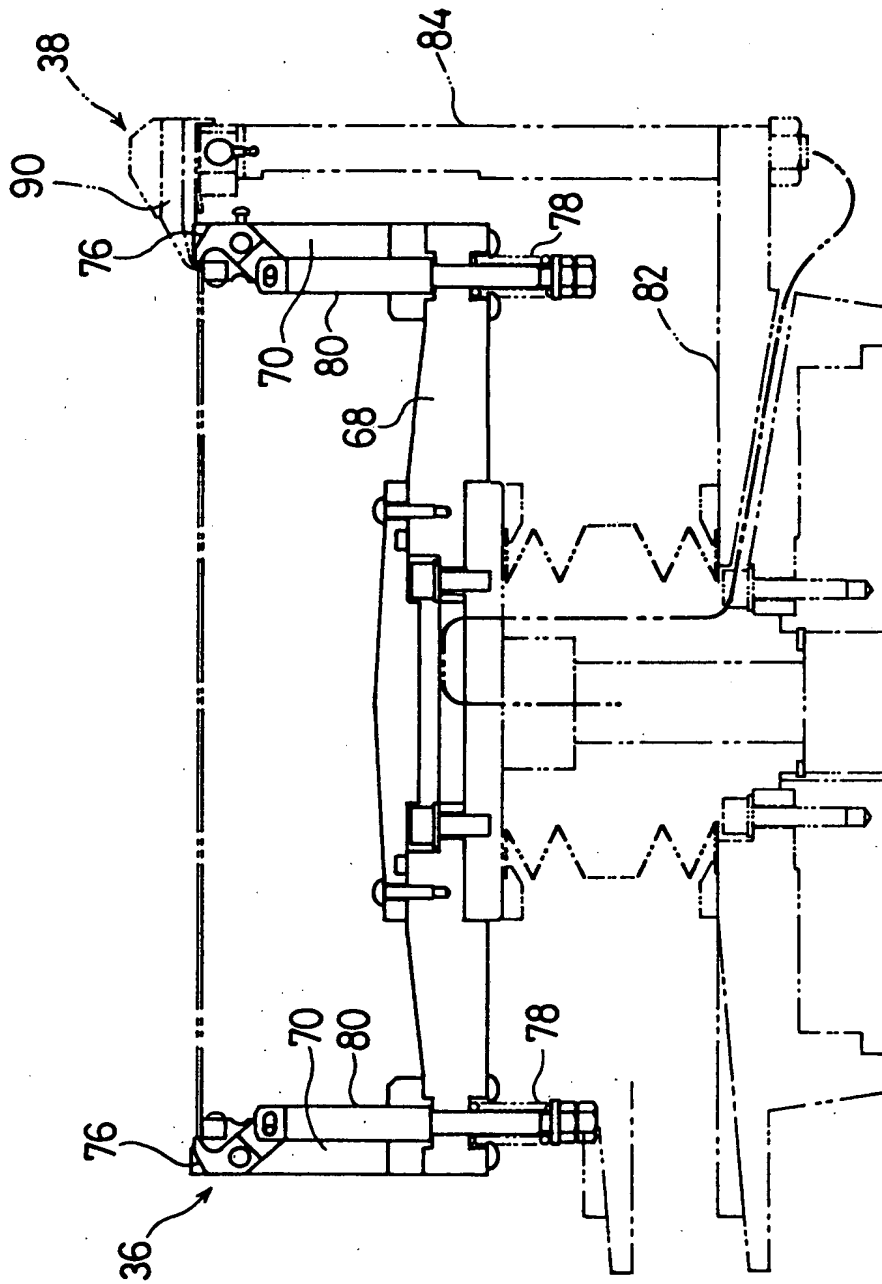
【図 11】



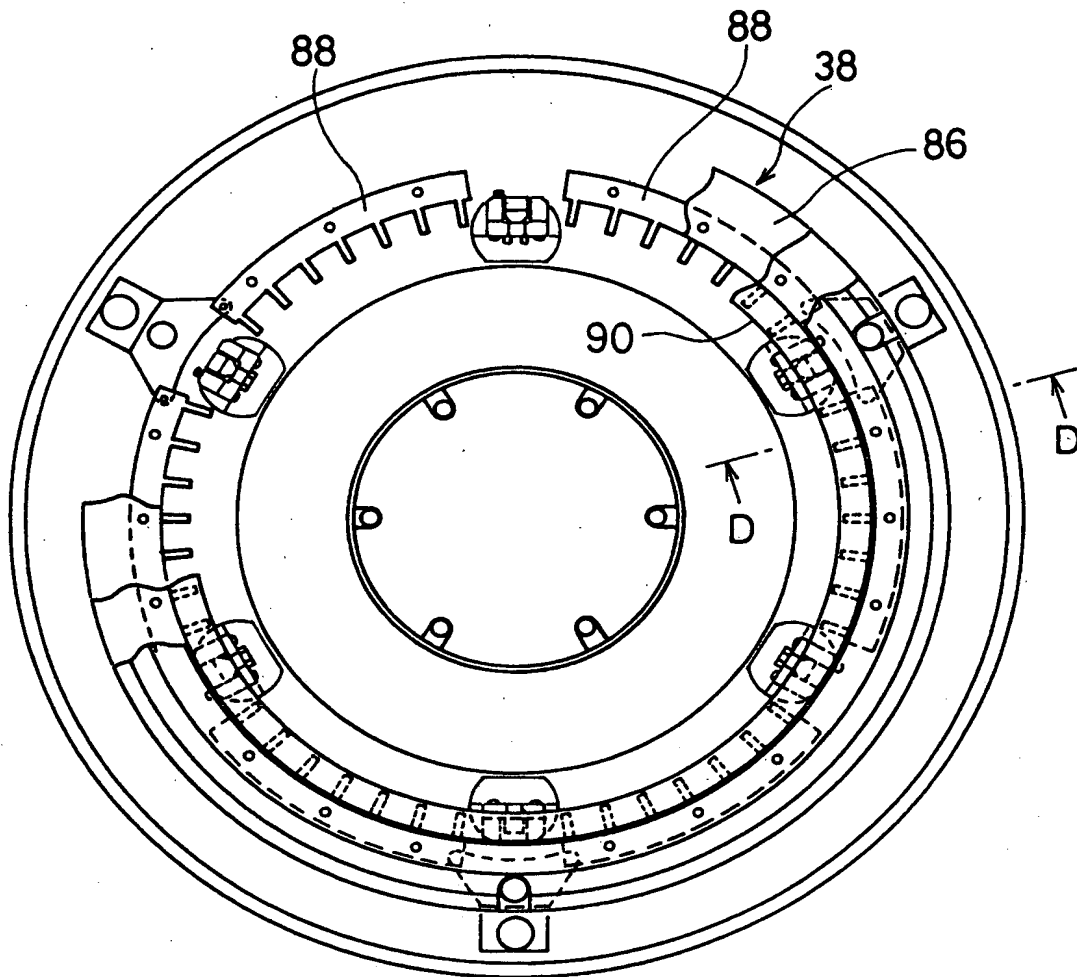
【図 1 2】



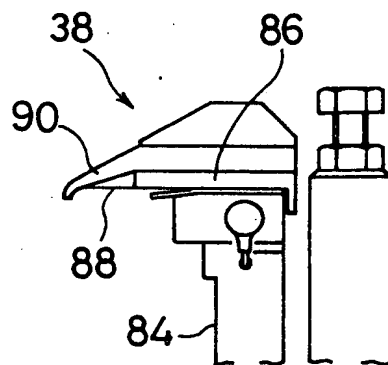
【図 13】



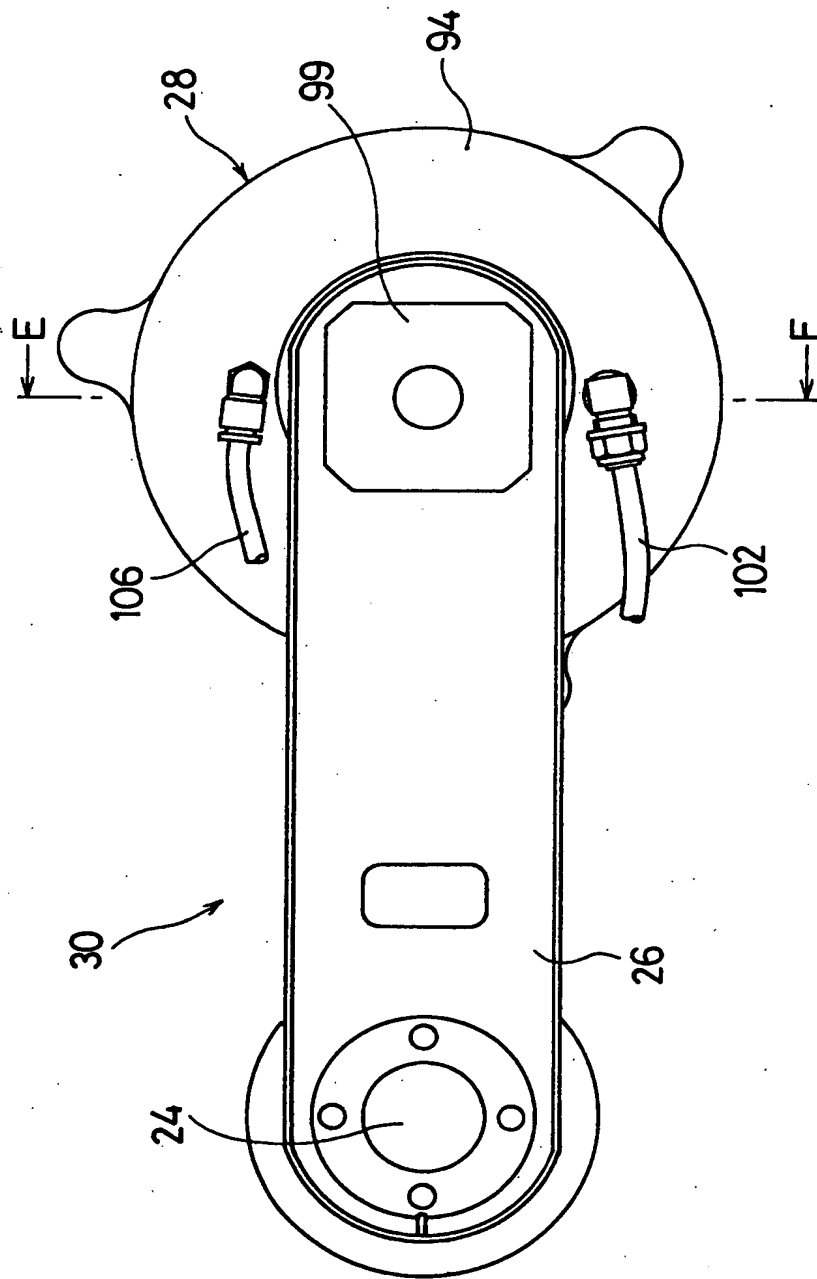
【図14】



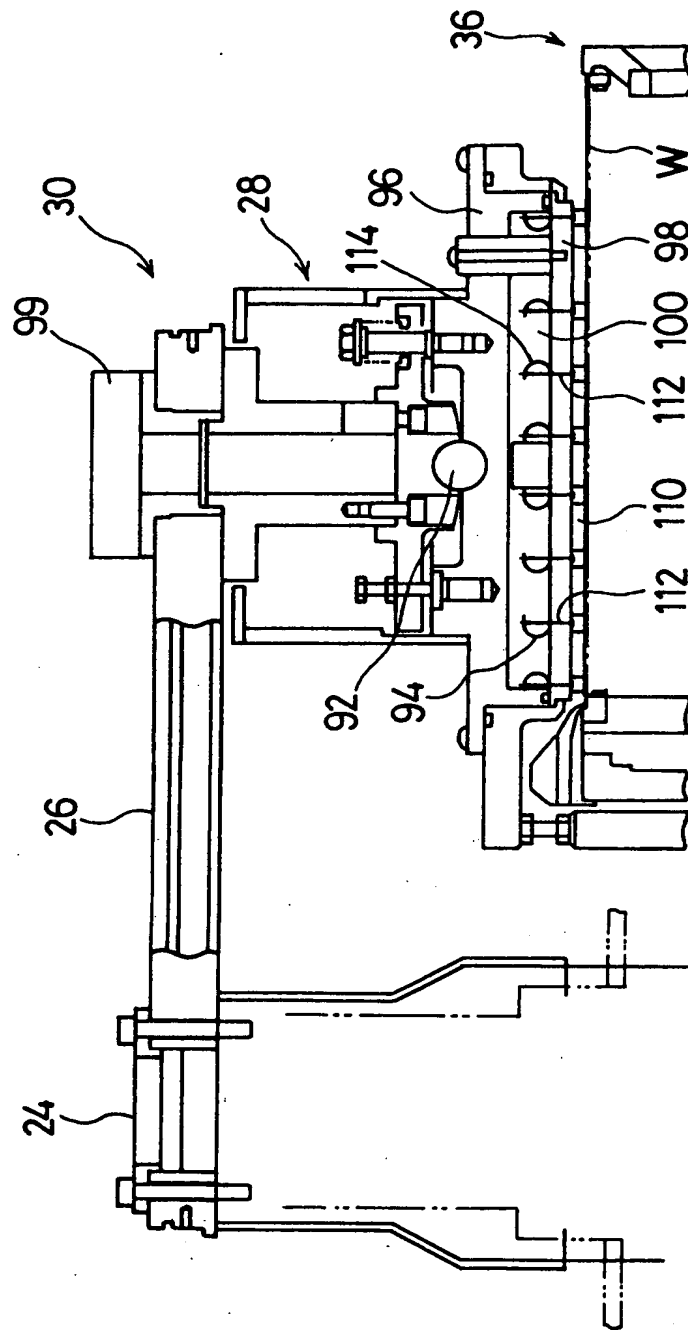
【図15】



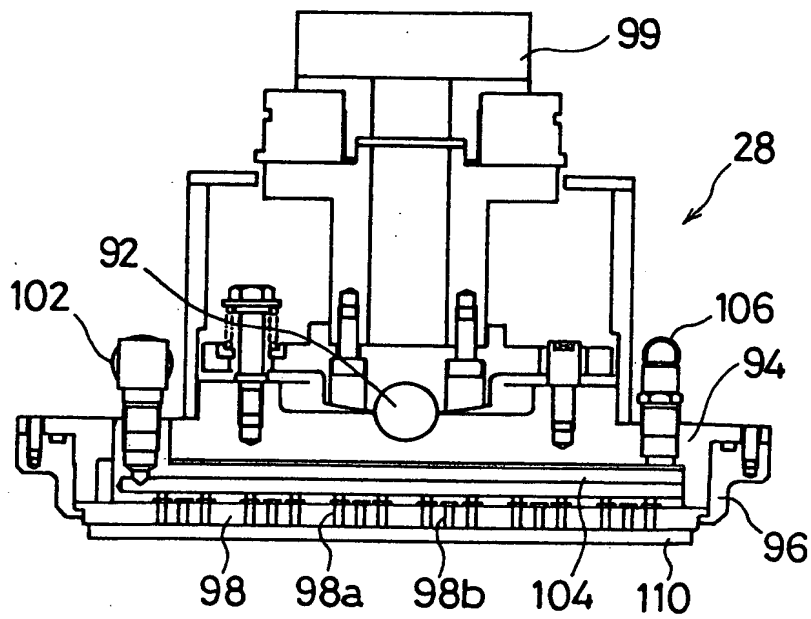
【図 16】



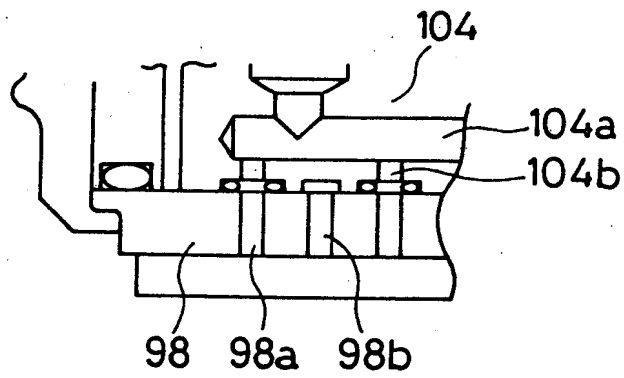
【図 17】



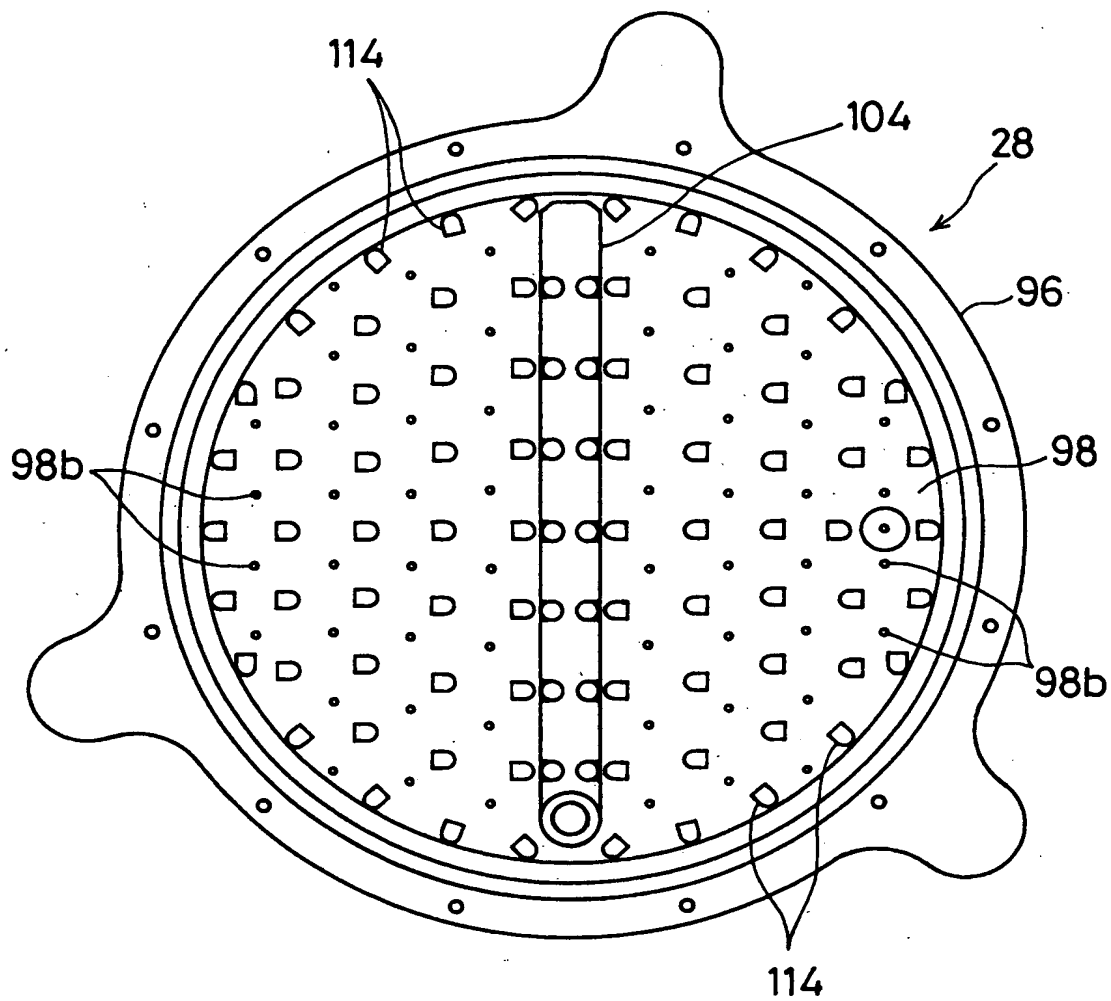
【図 18】



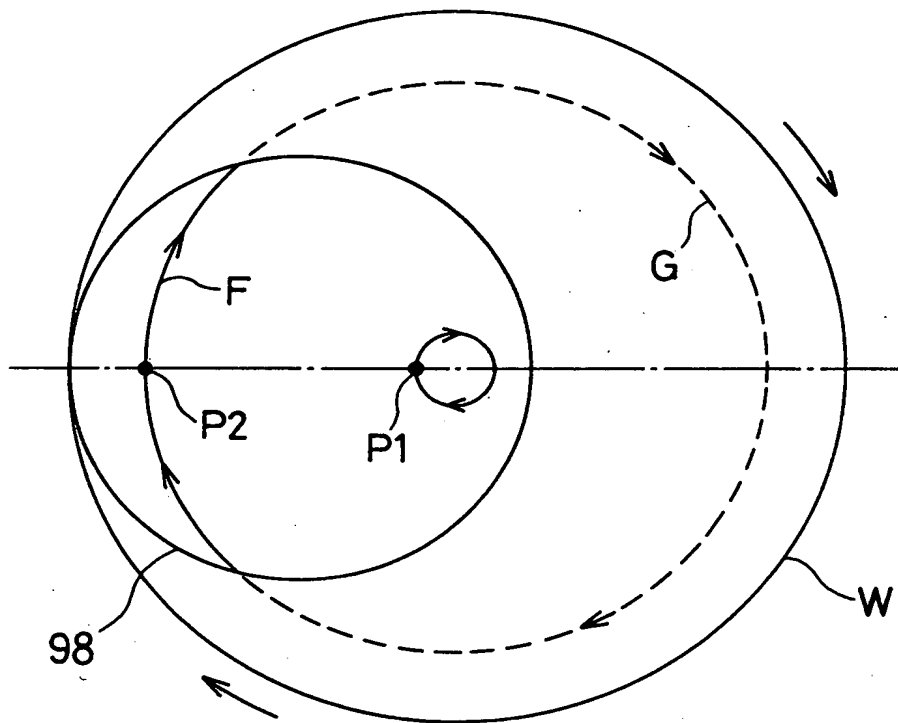
【図 19】



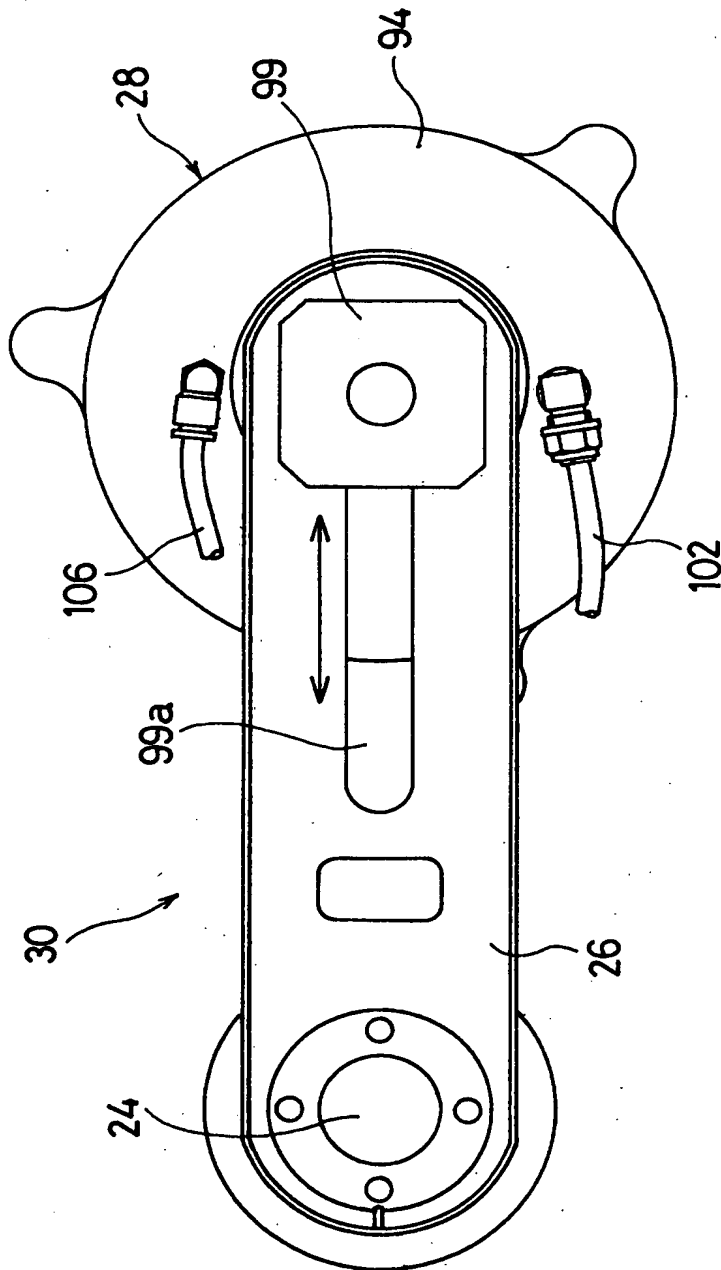
【図 20】



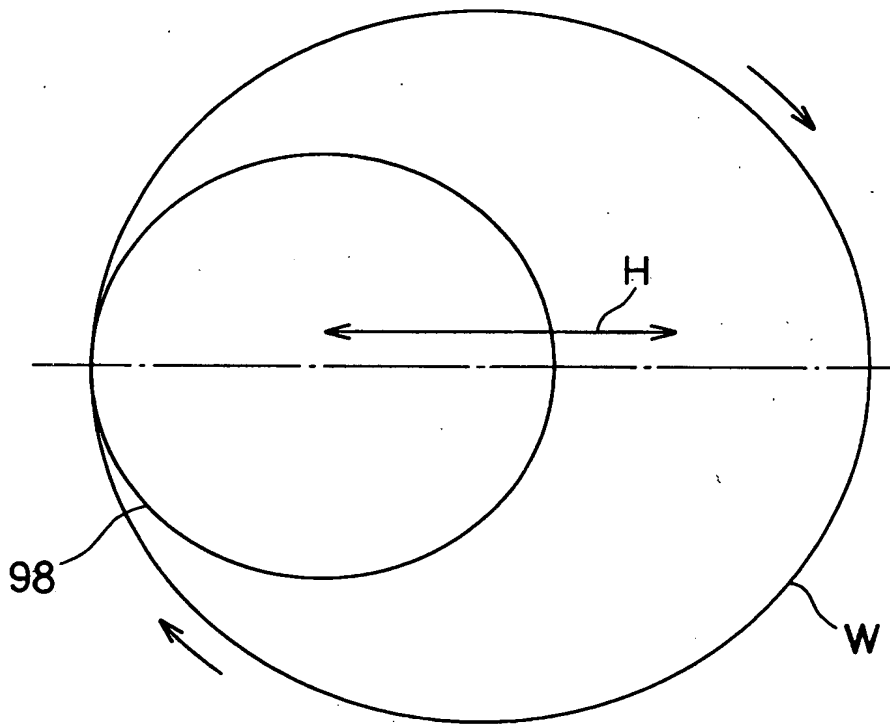
【図 21】



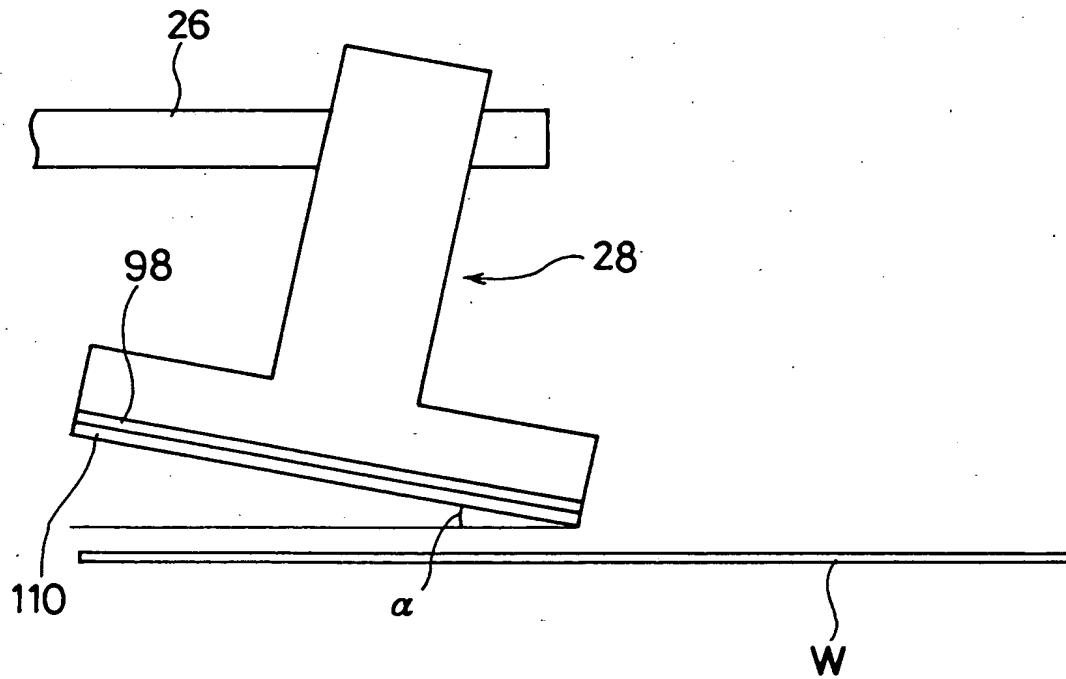
【図 22】



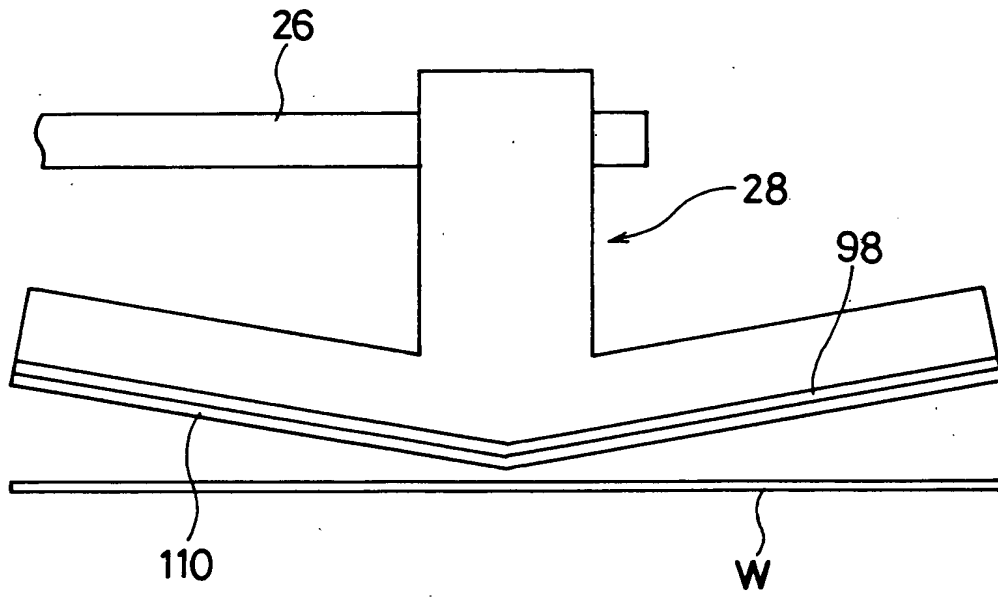
【図 23】



【図 24】

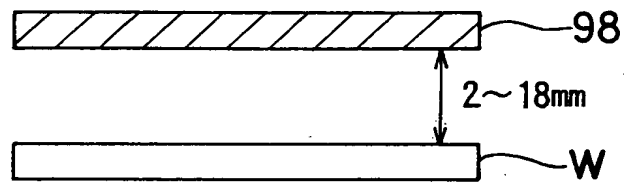


【図 25】

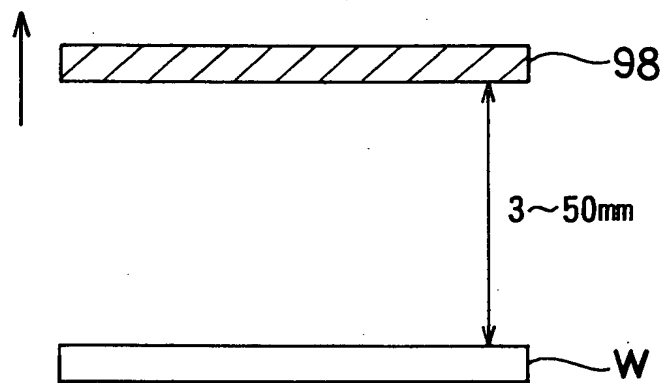


【図 2 6】

(a) めっき処理開始時

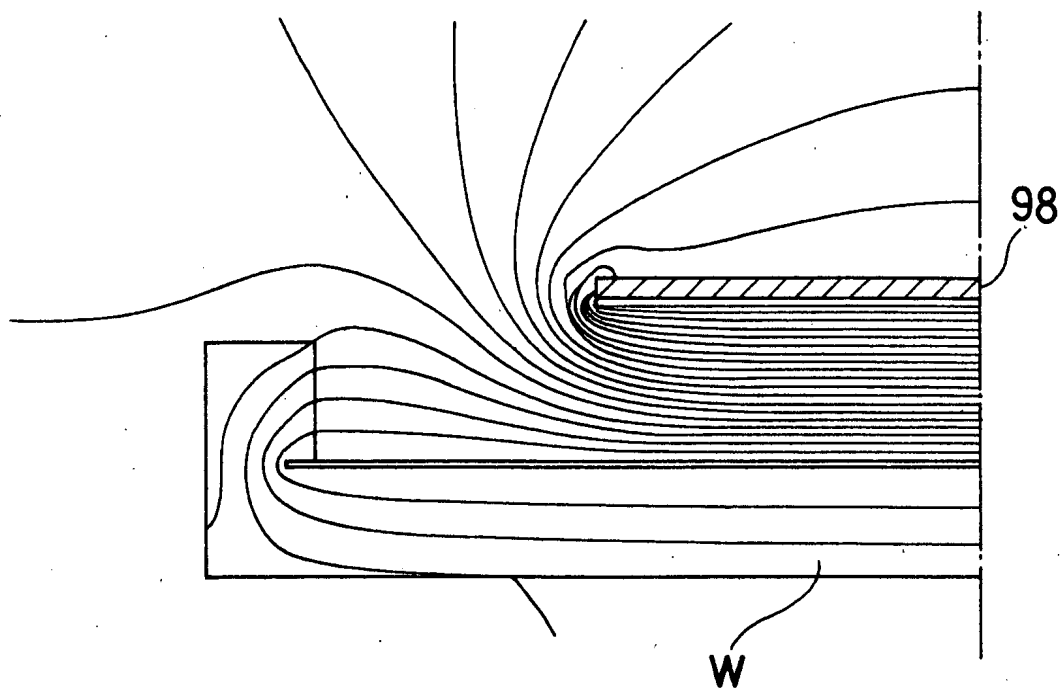


(b) めっき処理完了時

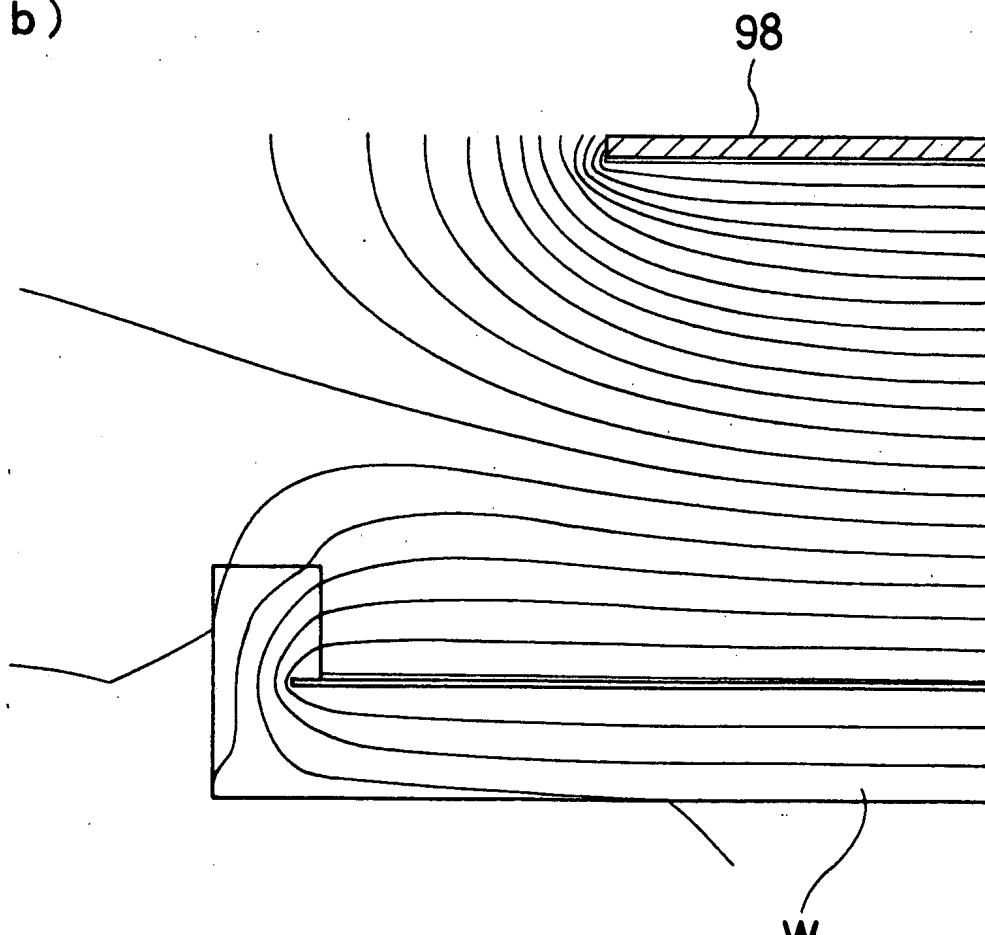


【図27】

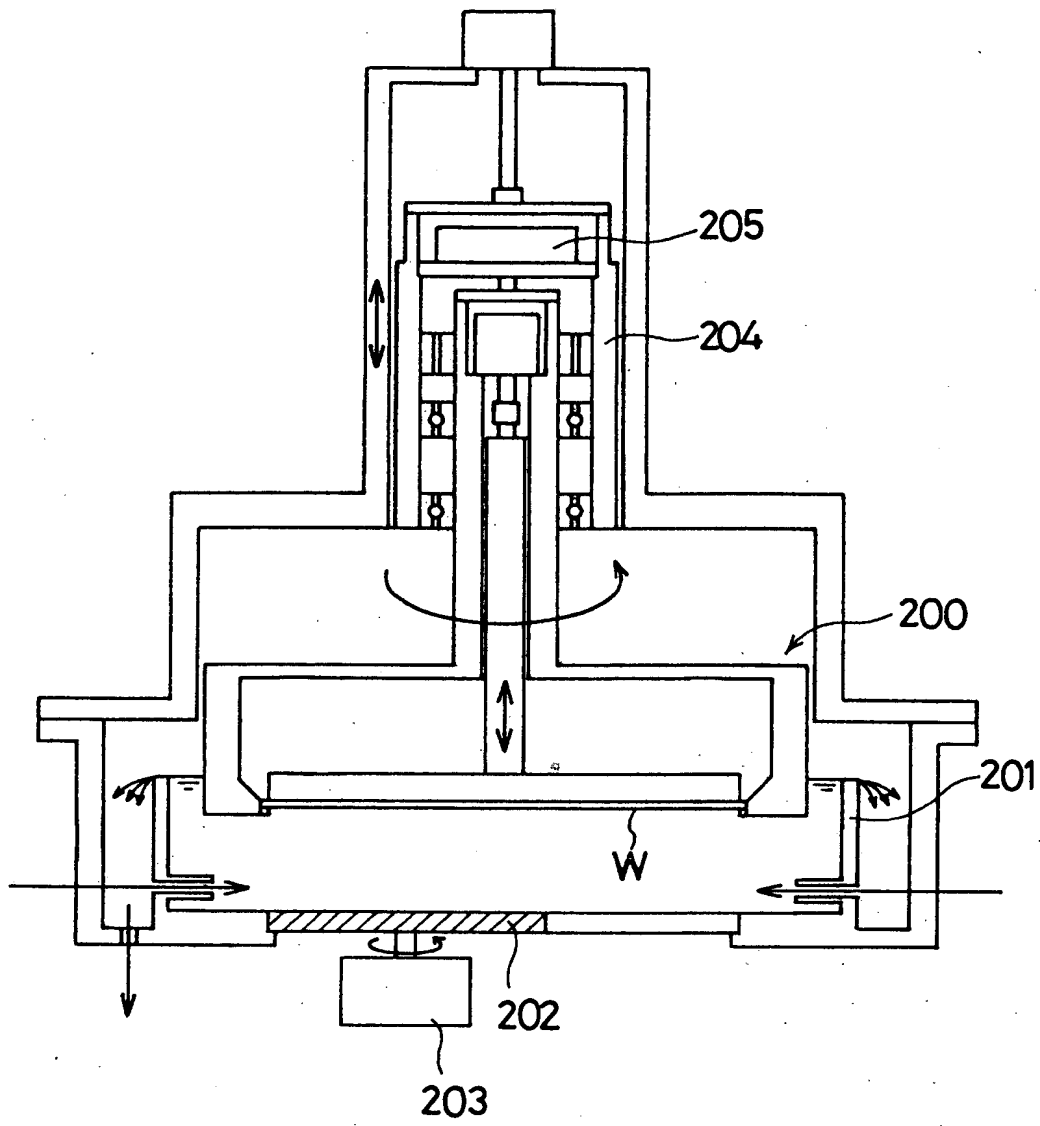
(a)



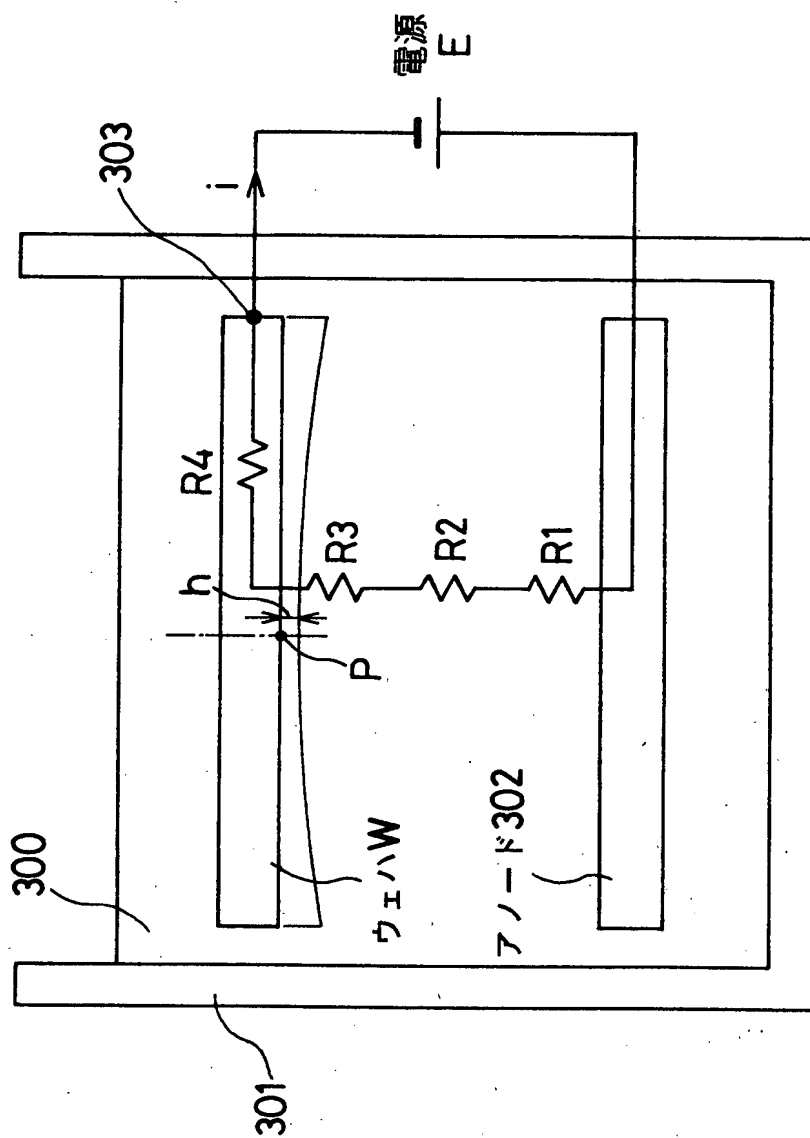
(b)



【図 2 8】



【図 2.9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 基板上に形成されるめっき膜の膜厚が基板全面において均一となるように膜付けすることができるめっき装置及びめっき方法を提供する。

【解決手段】 基板Wから離間させて該基板Wと平行にアノード98を対向配置し、基板Wとアノード98との間にめっき液を供給しつつ電流を通電して基板Wの表面にめっき膜を形成するめっき装置において、基板Wの表面の外周側の部分がアノード98に対向する時間よりも、基板Wの表面の中心側の部分がアノード98に対向する時間が長くなるように、基板Wがアノード98に対向する部分を移動させる移動装置46, 99を備えた。

【選択図】 図17

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[000000239]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区羽田旭町11番1号

氏 名 株式会社荏原製作所

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 1990年 8月22日
[変更理由] 新規登録
住 所 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名 株式会社東芝
2. 変更年月日 2001年 7月 2日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名 株式会社東芝